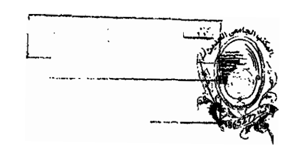

الدكتور خالد حربى
أسس علم الفلك الحديث
فى الحضارة الإسلامية
المكتب الجامعي الحديث
ت: 4865277


الدكتور خالد حربي
أسس علم الفلك الحديث
فى الحضارة الإسلامية
المكتب الجامعى الحديث
مساكن سوتير - أمام سيراميكا كليوباترا
عمارة (5) مدخل 2 الأزاريطة - الإسكندرية
تليفاكس : 00203/4865277 - تليفون : 00203/4818707
E-Mail : modernoffice25@yahoo.com

أسس علم الفلك الحديث
في الحضارة الاسلامية

دكتور
خالد أحمد حسنين حربي

2013



دار الكتب والوثائق القومية	
عنوان المصنف	أسس علم الفلك الحديث في الحضارة الإسلامية.
اسم المؤلف	خالد أحمد حسنين حربي.
اسم الناشر	المكتب الجامعي الحديث.
رقم الايداع	2009/13401
الترقيم الدولي	.978-977-438-061-9
تاريخ الطبعة	الأولى مارس 2009.

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ وَٱلشَّمْسُ تَجْرِي لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَاۚ ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ ٱلْعَزِيزِ
ٱلْعَلِيمِ ﴿٣٨﴾ وَٱلْقَمَرَ قَدَّرْنَٰهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَٱلْعُرْجُونِ
ٱلْقَدِيمِ ﴿٣٩﴾ لَا ٱلشَّمْسُ يَنۢبَغِي لَهَآ أَن تُدْرِكَ ٱلْقَمَرَ وَلَا
ٱلَّيْلُ سَابِقُ ٱلنَّهَارِۚ وَكُلٌّ فِي فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾ ﴾

(يس 38 - 40)

مقدمة

الحمد لله خالق الأكوان وجاعل الأرض مهاداً والجبال أوتاداً، ومسيّر الليل والنهار والشمس والقمر بحسبان. وأصلي على كافة المرسلين صلاةً تستغرق مع سيد البشر سائر المرسلين، وعلى آله وصحبه والتابعين بإحسان إلى يوم الدين. أما بعد:

فيعد علم الفلك من العلوم التى راجت فى العصر الإسلامى وازدهرت مثله مثل بقية علوم الحضارة الإسلامية إبان نهضة الأمة الإسلامية العلمية منذ القرن الأول للهجرة وما تلاه من قرون. فاهتم علماء الحضارة الإسلامية بعلم الفلك اهتماماً بالغاً تفجر لديهم أولاً من دعوة القرآن الكريم إلى التفكر والتدبر فى مخلوقات الله من سموات وأفلاك ونجوم وكواكب وشمس وقمر وأرضيين وغيرها، واتجه علماء الفلك ثانياً لدراسته بغرض إبطال التنجيم الذى ساد جاهلية العرب قبل الإسلام. وباستقرار الإسلام كدين يدعو إلى التأمل فى ملكوت السموات والأرض ويُحرم التنجيم، اهتم المسلمون بالفلك كعلم ينظر فى حركات الكواكب الثابتة والمتحركة والمتحيرة (السيارة)، ويستدل من تلك الحركات على أشكال وأوضاع الأفلاك التى لزمت عنها هذه الحركات بطرق هندسية. واقتضتهم الشعائر الدينية كتحديد اتجاه القبلة وميلاد هلال شهر رمضان، وتحديد بداية الشهور العربية إلى أن يضعوا مزيداً من جداول الكواكب لحساب السنين.

وترجع بداية دراسة المسلمين للفلك إلى زمن مبكر إبان الخلافة الأموية، ويؤرخ لهذه البداية بترجمة أول كتاب فى علم الفلك من اليونانية إلى العربية، وهو كتاب مفتاح النجوم المنسوب لهرمس الحكيم.

ويعد العصر العباسى عصر ازدهار علم الفلك الإسلامى وتطوره، إذ أولى الخلفاء اهتمامهم به ابتداءً بأبى جعفر المنصور الخليفة العباسى الثانى (136- 158هـ) الذى عُرف بحبه للفلك وللمشتغلين به وتقريبهم، والذى كان هو نفسه فلكياً. وفى عهده عُنى التراجمة وعلماء الفلك بترجمة أعمال فلكية هندية ويونانية مثل كتاب "سندهانتا" الهندى وكتاب المجسطى لبطليموس اليونانى. وبعد دراسة هذين الكتابين وغيرهما من الكتابات المترجمة والوقوف عليها بالنقد والتمحيص، انطلق علماء الفلك المسلمين إلى مرحلة الإبداع واكتشاف مالم يكتشف سابقاً من كشوفات فلكية وتدشين نظريات جديدة شغلت مكاناً رئيساً فى علم الفلك الحديث.

فما حجم مساهمة علماء الفلك المسلمين فى علم الفلك الحديث بصفة خاصة، والحضارة الإنسانية بصفة عامة.

تساؤل منهجى وجوهرى تحاول هذه الدراسة الإجابة عليه.

والله أسأل أن ينتفع بعملى هذا فهو تعالى من وراء القصد

وعليه التكلان وإليه المرجع والمآب.

خالد أحمد حربى

مدخل

تطور الفلك حتى الحضارة الإسلامية

يُعد علم الفلك من أقدم العلوم التى عرفها الإنسان، فنشأ مع الإنسان الأول ورافقه فى الخلاء والعراء. فقد واجه الإنسان منذ فجر حياته صفحة السماء الزرقاء نهاراً، والمتلألئة بالنجوم المضيئة ليلاً، فجذب هذا اهتمامه وجعله يراقب حركات الشمس والقمر والنجوم يستأنس ببريقها ويراقب حركاتها ليلاً ونهاراً، ولا شيئاً من أمرها يدرى.

وبمرور السنين بدأ إنسان ما قبل التاريخ يراقب تغير أماكن الشروق والغروب وحركة القمر والشمس والنجوم، وظهور الأبراج واختفائها، وحركة الليل والنهار، وكانت تلك المراقبة مدعاة لاتخاذها بمثابة تقويم لظواهر طبيعية أو أحداث أو تأريخ لحدث ما. وبعد أن انتقل الإنسان إلى حياة الاستقرار والزراعة رأى أنه لابد من معرفة مواعيد بدء الاستعداد للأعمال الزراعية، فخطى الفلك خطوات موازية مع المعرفة الزراعية المبكرة، وأصبح لدى الإنسان شبه المتحضر ذو قيمة، فمن حركات النجوم عبر السماء كان يسترشد فيها نظاماً لمواقيته الليلية، واسترشد بظهور بعضها فى حراثة الأرض وزراعتها، وفى ظهور البعض الآخر ايذاناً بالفيضان أو الحصاد وما يتعلق بهما من أمور المعيشة، إلا أن مفاهيمه فى ذلك الزمان لم تخلو من الأوهام، فربط حياته ببعض النجوم التى تتحكم فى نوع ذريته وأمور مستقبله حيث كان يرى فيها مستقراً للآلهة وموطناً للقوى الغيبية التى تتحكم فى حياته وحياة بنى البشر أجمعين، ومن هنا عرف ذلك الإنسان التنجيم فى مراحله الأولى.

وعلى ضوء هذه المفاهيم البدائية الأولى، وُجد لدى الإنسان حبا فى التنظيم والتوقيت اللذين بدأ يدرك أهميتهما فى حياته التى ارتبطت بظهور واختفاء بعض التشكيلات النجمية تلك التى كان لابد من أن يسمى بعضها بأسماء مميزة. ومع أنه لم يكن معروفا أنذاك غير الحيوانات التى ألفها

الإنسان والأدوات والمعدات التى استخدمها، فإنه لم يتردد فى تسميتها بهــذه الأسماء بما يتلاءم مع هيئة هذه التشكيلات مثل الفرس والأسد والدب والكلب، ومن الأوعية مثل الميزان والدلو والقوس. وشكلت النجوم والكواكــب مــرآة للإنسان القديم يرى فيها عالماً متسامياً، وتشير أقدم الوثائق إلى مكونات هــذا العالم حيث جاء فيها وصف للشمس والقمر على أنهما تــشكلان عائلـــة مـــع الزهرة وعطارد، وفى حين اكتسب كوكب عطارد صفة الخير وهو كوكــب السرعة والبديهية الحاضرة والذكاء المشوّب بشيئ من الخبث، اكتسبت الزهرة صفة الشر، ويمثل المريخ الحرب والعدالة، بينما يمثل زحل القساوة والكآبة.

وتعرف المصريون القدماء على حركة النجوم والكواكب فى عصور ما قبل التاريخ نتيجة لجو مصر الصافى أثناء الليل، وارتبط موضوع الفلــك عندهم ارتباطا وثيقاً بالفيضان السنوى للنيل الذى يتوقّف عليه رخاء الفلاح أو فقره. وحاول المصريون حساب الزمن بواسطة القمر، ثم انتقلوا إلى التقــويم الشمسى. ولانتظامه وسهولة فهمه كان التقويم المصرى من أنــضج التقــاويم المعروفة فى الحضارات القديمة، وذلك لاعتماده على حركـــة الــشمس بــين النجوم خلال سنة نجمية اتخذها المصريون منذ أكثر من خمــسة آلاف ســنة وحدة أساسية لقياس الزمن، فكان لهم السبق بين الأمم فـــى اســتخدام الــسنة النجمية التى تتألف من اثنى عشر شهراً، وكل شهر ثلاثون يوماً، وأضــافوا خمسة أيام فى نهاية كل سنة سموها بالأيام السماوية المقدسة أو أيام النــسئ، واتخذوها أعيادا، فكان مجموع أيام السنة عندهم 365 يوماً. وعندما وجدوا أن السنة تزيد ربع يوم على الأيام البسيطة، أضافوا سنة واحدة إلى كــل 1460 سنة. وتكوّن كل أربعة أشهر من السنة فصلاً من ثلاثة هى مجموع فــصول السنة والتى ارتبطت بالزراعة وفيضان النيل. فالفصل الأول يسمى أخيت أى

فصل الفيضان، والفصل الثانى يسمى فيرويت أى فصل الـزرع، والفـصل الثالث والأخير يسمى شومو، أى فصل الحصاد.

وتتضح قدرة المصريين القدماء فى الفلك لا فى تقـويمهم، ولا مـن جداول عبور النجوم خط الزوال، ولا من جداول ظهورها فحسب، بـل مـن بعض أدواتهم الفلكية من المزاول الشمسية البارعة وتركيبة المطمـار علـى العصا الفرجونية التى مكنتهم من تحديد سمت البداية[1].

وارتبط الفلك بعبادة الأجرام السماوية عند البابليين، فعرفوا الأرصـاد الفلكية والمرقب النجمى. وتوصل البابليون والسومريون إلى التقويم، فكانـت السنة لديهم تتكون من 12 شهراً، والشهر من 29 أو 30 يوماً. وأمر حمورابى بزيادة شهر آخر للسنة إذا لزمت الضرورة. واهتم البـابليون بالفلـك نتيجـة لعبادتهم لبعض الأجرام السماوية، وتوصلوا إلى نتائج تحسب لهم، حيث طبقوا الهندسة والمتواليات الحسابية فى الفلك وفسروا دورة القمر عن طريقها، كمـا طبقوا النظام السداسى فى الحساب على علم الفلك، وجعلـوا محـيط الأرض والفلك كقسمة الدائرة عندهم 360 درجة، وقسموا اليـوم إلـى 24 سـاعة، والساعة إلى 60 دقيقة والدقيقة إلى 60 ثانية، وجعلوا أيام الأسبوع سبعة أيام نتيجة تعظيمهم للرقم (7)، واليوم الأول من كل أسبوع هو اليوم الذى يبدأ فيه الشهر، وأصبح الشهر مكونا من أربعة أسابيع، والسنة تزيد على 360 يوماً. ووضع البابليون والأشوريون أول تقويم فلكى يعود إلى عصر الملك آشـور بانيبال (668 – 625 ق. م).

وقد استفاد اليونانيون من الفلك البابلى، فقد نقل بطلميوس القلـوذى – تبعا لصاعد الأندلس – أرصادهم فى كتابه "المجسطى"، وأنه اضطر إليها فى

(1) جورج سارتون، تاريخ العلم، ترجمة لفيف من الدكاترة، دار المعارف، القاهرة 1957، 90/1.

تصحيح حركات النجوم المتحيرة، إذ لم يجد لأصحابه اليونانيين في ذلك أرصاداً يثق بها، فوصل إلى اليونان بعضاً من موروثات علم الفلك في كل من مصر وبابل، فاليونانيون وإن كانوا قد توصلوا إلى فهم الكثير من الحقائق الفلكية، لكنهم لم يستطيعوا أن يردوا جملة الحقائق التي توصلوا إليها إلى أخرى أشمل منها وصياغتها في صورة قوانين عامة شاملة تصدق على الكون بأسره. وهكذا فالفلك اليوناني من أصل بابلي مختلط بالمناهج المصرية. وكان اليونانيون متحمسون للفلك كثيراً، إذ منطقوه ونشروه بين الناس. وفي سنة 280 ق.م قام الفلكي "بيدوسوس" بتأسيس مدرسة في علم الفلك. وارتبط علم الفلك عند اليونانيين بالظواهر، ولعب الخيال دوراً كبيراً في تكوينه، ومع ذلك تنبأ اليونانيون بالخسوف والكسوف واستطاعوا رسم أول صورة للأرض وتنبأ أحد حكماءهم السبعة وهو طاليس بحدوث كسوف الشمس، لكن نظريته لم تكن مقنعة، حيث نصت على أن الأرض قرص طاف فوق محيط واسع. وأعلن بعد ذلك "بارفيدس" تلميذ "فيثاغورث"، أن الأرض كروية وبرر ذلك بما تميز به الشكل الكروي من كمال، والفيثاغوريون هم أول من سمي العالم بلفظة "كوسموس" دلالة على ما فيه من نظام ووحدة وتجانس وترتيب. وفي حدود سنة 150 بعد الميلاد وضع بطلميوس المصري الفلكي الشهير مجموعة من المبادئ الفلكية كان من الممكن أن تتنبأ بالمواضع التي تنتقل إليها الكواكب، ولكن افتراضه بأن الأرض مركز الكون، لم يمكنه من تبيان حقيقة السر الظاهري للكواكب.

ويُعد علم الفلك من العلوم الطبيعية التي حظيت باهتمام العرب سواء في الجاهلية أو بعد الإسلام. فكان للعرب في العصر الجاهلي معرفة بأوقات مطالع النجوم ومغاربها، وعلم بأنواع الكواكب وأمطارها على حسب ما

أدركوه بفرط العناية وطول التجربة لاحتياجهم إلى معرفة ذلك في أسباب المعيشة لا عن طريق تعلم الحقائق. فاقتصرت معرفتهم على ملاحظة حركات الكواكب والنجوم ومعرفة أحوال الرياح خلال فصول السنة لتحديد مواعيد رحلتي الشتاء والصيف التجاريتين، وما يرتبط بهما من مناسبات اجتماعية ودينية، وربطوا معرفتهم الفلكية بأمور التنبؤ بالمستقبل تلك المعرفة التي تبلورت فيما عُرف لديهم بالتنجيم.

أما في الإسلام فقد أبطل الدين الحنيف صناعة التنجيم: ﴿قُل لَّآ أَمۡلِكُ لِنَفۡسِي نَفۡعٗا وَلَا ضَرًّا إِلَّا مَا شَآءَ ٱللَّهُۚ وَلَوۡ كُنتُ أَعۡلَمُ ٱلۡغَيۡبَ لَٱسۡتَكۡثَرۡتُ مِنَ ٱلۡخَيۡرِ وَمَا مَسَّنِيَ ٱلسُّوٓءُۚ إِنۡ أَنَا۠ إِلَّا نَذِيرٞ وَبَشِيرٞ لِّقَوۡمٖ يُؤۡمِنُونَ ١٨٨﴾[1].

وفي الحديث قال (صلى الله عليه وسلم): "من أتى عرافاً أو كاهناً فصدقه بما يقول فقد كفر بما أنزل على محمد"[2].

وفي القرآن آيات كثيرة حثت المسلمين على البحث في الفلك، ومنها قوله تعالى: ﴿يَسۡـَٔلُونَكَ عَنِ ٱلۡأَهِلَّةِۖ قُلۡ هِيَ مَوَٰقِيتُ لِلنَّاسِ وَٱلۡحَجِّۗ﴾[3]. وقال جلّ وعلى: ﴿وَهُوَ ٱلَّذِي جَعَلَ لَكُمُ ٱلنُّجُومَ لِتَهۡتَدُواْ بِهَا فِي ظُلُمَٰتِ ٱلۡبَرِّ وَٱلۡبَحۡرِۗ﴾[4]. وقال تبارك وتعالى: ﴿وَٱلشَّمۡسَ وَٱلۡقَمَرَ وَٱلنُّجُومَ مُسَخَّرَٰتِۭ بِأَمۡرِهِۦٓۗ﴾[5]. وقال سبحانه في

---

(1) الأعراف 188.

(2) صحيح رواه البخاري ومسلم في صحيحيهما .

(3) البقرة 189 .

(4) الأنعام 97 .

(5) الأعراف 54 .

التقويم وعدد أشهر السنة: ﴿ إِنَّ عِدَّةَ ٱلشُّهُورِ عِندَ ٱللَّهِ ٱثْنَا عَشَرَ شَهْرًا فِي كِتَٰبِ ٱللَّهِ يَوْمَ خَلَقَ ٱلسَّمَٰوَٰتِ وَٱلْأَرْضَ مِنْهَآ أَرْبَعَةٌ حُرُمٌ ﴾[1]، وقال جل جلاله: ﴿ هُوَ ٱلَّذِى جَعَلَ ٱلشَّمْسَ ضِيَآءً وَٱلْقَمَرَ نُورًا وَقَدَّرَهُۥ مَنَازِلَ لِتَعْلَمُوا۟ عَدَدَ ٱلسِّنِينَ ﴾[2]. وقال تبارك وتعالى: ﴿ وَلَقَدْ جَعَلْنَا فِى ٱلسَّمَآءِ بُرُوجًا وَزَيَّنَّٰهَا لِلنَّٰظِرِينَ ﴾[3]. وقال عز وجل: ﴿ وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلَّيْلَ وَٱلنَّهَارَ وَٱلشَّمْسَ وَٱلْقَمَرَ وَٱلنُّجُومُ مُسَخَّرَٰتٌ ﴾[4]. وقال تعالى: ﴿ وَعَلَٰمَٰتٍ وَبِٱلنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ ﴾[5]. وقال جل وعلى: ﴿ تَبَارَكَ ٱلَّذِى جَعَلَ فِى ٱلسَّمَآءِ بُرُوجًا وَجَعَلَ فِيهَا سِرَٰجًا وَقَمَرًا مُّنِيرًا ﴾[6]، وقال جل وعلى في حركة الشمس والقمر والليل والنهار: ﴿ وَٱلشَّمْسُ تَجْرِى لِمُسْتَقَرٍّ لَّهَا ذَٰلِكَ تَقْدِيرُ ٱلْعَزِيزِ ٱلْعَلِيمِ ﴿٣٨﴾ وَٱلْقَمَرَ قَدَّرْنَٰهُ مَنَازِلَ حَتَّىٰ عَادَ كَٱلْعُرْجُونِ ٱلْقَدِيمِ ﴿٣٩﴾ لَا ٱلشَّمْسُ يَنۢبَغِى لَهَآ أَن تُدْرِكَ ٱلْقَمَرَ وَلَا ٱلَّيْلُ سَابِقُ ٱلنَّهَارِ وَكُلٌّ فِى فَلَكٍ يَسْبَحُونَ ﴿٤٠﴾ ﴾[7]، وقال عز أسمه: ﴿ إِنَّا زَيَّنَّا ٱلسَّمَآءَ ٱلدُّنْيَا بِزِينَةٍ ٱلْكَوَاكِبِ ﴾[8]، وقال تعالى: ﴿ فَنَظَرَ نَظْرَةً فِى ٱلنُّجُومِ ﴾[9]، وقال تبارك وتعالى: ﴿ فَقَضَىٰهُنَّ سَبْعَ سَمَٰوَاتٍ فِى يَوْمَيْنِ وَأَوْحَىٰ فِى كُلِّ سَمَآءٍ أَمْرَهَا وَزَيَّنَّا

---

(1) التوبة 36 .

(2) يونس 5 .

(3) الحجر 16 .

(4) النحل 12 .

(5) النحل 16 .

(6) الفرقان 61 .

(7) يس 38 – 40.

(8) الصافات 6 .

(9) الصافات 88.

﴿ ٱلسَّمَآءَ ٱلدُّنۡيَا بِمَصَٰبِيحَ وَحِفۡظٗاۚ ذَٰلِكَ تَقۡدِيرُ ٱلۡعَزِيزِ ٱلۡعَلِيمِ ﴿١٢﴾ ﴾[1]، وقال عز من قائل: ﴿ وَٱلنَّجۡمِ إِذَا هَوَىٰ ﴿١﴾ مَا ضَلَّ صَاحِبُكُمۡ وَمَا غَوَىٰ ﴿٢﴾ ﴾[2]، وقال سبحانه وتعالى: ﴿ وَلَقَدۡ زَيَّنَّا ٱلسَّمَآءَ ٱلدُّنۡيَا بِمَصَٰبِيحَ وَجَعَلۡنَٰهَا رُجُومٗا لِّلشَّيَٰطِينِۖ وَأَعۡتَدۡنَا لَهُمۡ عَذَابَ ٱلسَّعِيرِ ﴾[3]، قال جل وعلى: ﴿ وَجَعَلَ ٱلۡقَمَرَ فِيهِنَّ نُورٗا وَجَعَلَ ٱلشَّمۡسَ سِرَاجٗا ﴾[4]، وقال جل جلاله: ﴿ وَبَنَيۡنَا فَوۡقَكُمۡ سَبۡعٗا شِدَادٗا ﴿١٢﴾ وَجَعَلۡنَا سِرَاجٗا وَهَّاجٗا ﴿١٣﴾ ﴾[5]، وقال سبحانه: ﴿ إِذَا ٱلشَّمۡسُ كُوِّرَتۡ ﴿١﴾ وَإِذَا ٱلنُّجُومُ ٱنكَدَرَتۡ ﴿٢﴾ ﴾[6].

ففى هذه الآيات تناول القرآن الشمس والقمر والكواكب والنجوم والأهلة والمواقيت. ومع دعوته إلى التأمل فى ملكوت السموات والأرض زاد اهتمام المسلمين بعلم الفلك وابتعدوا عن التنجيم.

ففى العصر الإسلامى اهتم العرب بالفلك كعلم ينظر فى حركات الكواكب الثابتة والمتحركة والمتحيزة، ويستدل من تلك الحركات على أشكال وأوضاع الأفلاك التى لزمت عنها هذه الحركات المحسوسة بطرق هندسية. وراح علماء الفلك المسلمين يمعنون النظر فى كثير من النظريات المهمة ويتقدمون بمفاهيم جديدة واقتضتهم الشعائر الدينية كتحديد اتجاه القبلة وميلاد

---

(1) فصلت 12.

(2) النجم 1 – 2 .

(3) الملك 5 .

(4) نوح 6،

(5) النبأ 12 – 13 .

(6) التكوير 1 – 2 .

هلال شهر رمضان، وتحديد بداية الشهور العربية بصفة عامة، إلى أن يضعوا مزيدا من جداول الكواكب التى لم يتمكن الإغريق من رصدها فـــى خطـــوط العرض المارة ببلادهم .

وبعد العصر العباسى عصر ازدهار علم الفلك وتطـــوره، إذ أولـــى الخلفاء اهتمامهم به، ابتداء بأبى جعفر المنصور الخليفة العباسى الثانى الـــذى عرف بحبه للفلك وللمشتغلين به وتقريبهم حتى أنه استشارهم فى الوقت الذى يؤسس فيه مدينة بغداد أو دار السلام لتكون عاصمة للخلافة، ودائما ما كـــان المنصور يصطحب الفلكى الفارسى نوبخت والفـــزارى .. وغيرهمـــا مـــن المشتغلين بالفلك.

وفى عام 155هـــ / 771م استقبل المنصور أحد مواطنى الهند وكان على دراية كبيرة بالحساب الذى يتعلق بحركات النجوم يسمى "سندهند" ومـــن خلال هذا البحث الفلكى، والذى يسمى فى الحقيقة "سندهانتا" استخرج ابراهيم بن حبيب الفزارى طرق حساب ترتبط بالسنة القمرية عند المـــسلمين. وفـــى الوقت نفسه ألف "يعقوب بن طارق" كتابا مشابها مستخدما سندهانتا الهنـــدى إلى جانب مصادر أخرى زودته بها بعثة ثانية من تلك الدولة، كما نقـــل أبـــو الحسن الأهوازى إلى العربية معلومات عن حركات الكواكب، وشرحها فـــى بحثه للأزياج.

وقبل نهاية القرن الثانى الهجرى / الثامن الميلادى ظهـــرت ترجمـــة عربية لكتاب بهلوى بعنوان "زيج الشاه" يرجع تأليفه إلى الـــسنوات الأخيـــرة للسنسانيين، وقد حققت هذه الترجمة نجاحا باهرا بين المسلمين، فاستخدمه "ما شاء الله" وهو عالم فلكى فى بداية القرن الثالث الهجرى / التاسع الميلادى فى

حساباته، واستخرج الخوارزمى من تفسير هذا الكتاب دورة الحركات الكوكبية.

وفى بداية القرن الثانى الهجرى / الثامن الميلادى عنى "يحيى بن خالد البرمكى بترجمة وتفسير كتاب بطليموس فى الفلك، فترجمه له الحجاج بن مطر وثابت بن قرة، ثم ترجمه "حنين بن اسحق، ترجمة ثانية، راجعها ثابت بن قرة، وعرف الكتاب فى العالم الإسلامى باسم "المجسطى" فأحدث تطورا كبيرا فى الدراسات الفلكية الإسلامية، خاصة بعد اهتمام "المأمون" به وتكليفه للعلماء بالوقوف عليه، فأصلحوا ما به من أخطاء، وفهموا آلات الرصد، وبنوا المراصد وألفوا الأزياج الجديدة، وهى عبارة عن جداول حسابية تبين مواقع النجوم وحركاتها، وكانت آلات الرصد تصنع فى العصر العباسى بمدينة حران، ثم انتشرت صناعتها فى جميع أنحاء الخلافة الإسلامية منذ زمن المأمون، وأهمها تبعا لابن النديم[1]. هى:

1- اللبنة: جسم مربع مستو يعرف به أبعاد الكواكب وعرض المكان .

2- الحلقة الإعتدالية: حلقة يعرف بها التحويل الاعتدالى.

3- ذات الأوتار: تتكون من اسطوانات أربع أدق من الحلقة الإعتدالية ويستغنى عنها بهم .

4- الأسطرلاب: الكلمة يونانية الأصل تتألف من مقطعين "استرا" وتعنى النجم و "لابون" وتعنى مرآة، والمركب منها مرآة النجوم "ويعد الأسطرلاب أشهر الآلات الفلكية وأكثرها استخداما فى عمليات الرصد مثل: تحديد وقت طلوع الشمس ومغيبها، وتحديد أوقات الصلاة، وتعيين زوايا ارتفاع

(1) ابن النديم، الفهرست، طبعة القاهرة، 1948، ص396 .

الأجرام السماوية عن الأفق، واستخراج البرج الذى تكون فيـــه الـــشمس، وعدد الدرجات التي قطعتها فيه .

طبقات علماء الفلك

فى الحضارة الإسلامية

الفصل الأول : الفزاري

الفزارى (ت 180هـ / 796م)

عبد الله محمد بن إبراهيم بن جبيب الفزارى، عالم فلكي ورياضـياتي ذاع صيته واشتهر فى القرن الثانى الهجرى / الثامن الميلادى، ولد فى الكوفة لأسرة عربية أصيلة ينحدر أصلها من فزارة، وهى من ذبيان من غطفان من العرب العدنانيين. نشأ الفزارى فى بيت علم، وتتلميذ على أبيه أحد كبار علماء الهيئة عصرئذ. بعثه والده إلى بغداد عام 144هـ / 747م ليستزيد فى علمه، فبذل الفزارى جهدا كبيراً فى تعلم اللغة السنسكريتية لرغبته فى معرفـة مـا وصل إليه علماء الهند فى أرصادهم، خاصة أنه كان مغرما بعلـم الأرصـاد لدرجة أنه نظّم فيه قصيدة صارت يضرب بها المثل فى علم الفلك .

وكان لاطلاعه على علوم الهند فى علم الفلك التجريبى أن جعله يستند على الإستقراء والملاحظة الحسية لجميع الأرصاد التى تعلل حركات الكواكب والأجرام السماوية واستطاع الفزارى أن يصنع أول أسطرلاب[1] فى الإسلام،

---

(1) الأسطرلاب واحد من آلات القياس المهمة التى استخدمها المسلمون، والتى اخترعـت فى الإسكندرية فى العصر الأغريقى سنة 330 قبل الميلاد بمعرفة يونانى عـاش فـى الإسكندرية وهو كلاوديويس البطلمى. والاسطرلاب كلمة يونانية تعنى قياس النجوم، أو مرآة النجوم غير أن تطوير هذه الآلة وابتكار الأسطرلاب المكمل يعود إلى المـسلمين وأول من ابتكر اسطرلاباً عربيا فى الإسلام هو إبراهيم بن حبيب الفزارى الذى اخترع الأسطرلاب ذا الحلقة والاسطرلاب المسطح. وقد طور المسلمون بعد الفـزارى أنـواع عدة من الأسطرلاب مثل الأسطرلاب الخطى والأسطرلاب الكروى، ويتفـرع منهمـا أنواع مثل :الأسطرلاب المسرطن والأسـطرلاب الزورقـى، والأسـطرلاب العقربـى والأسطرلاب العنكبوتى والأسطوانى والأسى والتام والطومارى والـشمالى والجنـوبى والمغنى والجامع، واسطرلاب حق القمر. ويحتوى وجه الأسطرلاب على خريطة القبة=

وألف فيه كتابين مهمين هما: كتاب العمل بالإسطرلاب ذا الحلق السماوية aramillary sphere، وكتاب العمل بالإسطرلاب المسطح، إلى جانب مؤلفات أخرى مثل: كتاب المقياس للزوال، وكتاب الزيج، ووضع جداول فلكية على سنين المسلمين .

وفي سنة 155هـ / 771م قدّم الفزارى لبلاط الخليفة العباسى أبا جعفر المنصور عالماً هندياً اسمه (منكه) الذى جاء إلى ديار المسلمين بكتاب السند هند (السدهانتا) وهو رسالة فى علم الفلك على الطريقة الهندية تحتوى على معلومات ثمينة فى علم الهيئة، فطلب الخليفة المنصور من الفزارى أن يقوم على ترجمة هبا الكتاب إلى اللغة العربية، ويصنف كتاباً على غراره. واستجاب الفزارى لطلب الخليفة وصنف كتاباً جديداً، لكنه أوكل الترجمة إلى العربية لإبنه، فترجم الفزارى الإبن كتاب السدهانتا إلى العربية، وسماه السند هند الكبير، وكان لهذا الكتاب تأثير عظيم فى التصويرات الهندسة لحركة الكواكب التى نتج عنها عمل الأرصاد العديدة فى البلاد الإسلامية، الأمر الذى جعل لهذه الترجمة مكانة كبيرة بين علماء الفلك من بعد الفزارى، إذ أصبح المرجع الأساس الذى استخدمه العلماء فى علم الفلك إلى عهد الخليفة العباسى المأمون.

=السماوية، وعلى أداة تشير إلى الجزء المنظور من القبة السماوية فى وقت معين، وقد رسمت القبة المنظورة بطريقة حسابية دقيقة، وهى الطريقة ذاتها التى استخدمت فى رسم خريطة الكرة الأرضية. استخدم المسلمون الاسطرلاب فى معرفة سمت القبلة وانحرافها وجهتها وإنحراف المواقع الجغرافية بعضها عن بعض، واستخدموه لتقدير ارتفاع الشمس والأجرام السماوية والميل والبعد، ومعرفة قوس النهار والليل وعدد ساعات كل منهما، وتحديد الوقت بدقة ليلاً ونهاراً، وتحديد مواقيت الصلاة ومواعيد فصول السنة، ولهذه الأهمية للاسطرلاب نقله الغرب عن المسلمين .

وفى القرن الثالث الهجرى / التاسع الميلادى تناول محمد بن موسى الخوازمى كتاب السند هند الكبير بالدراسة والتمحيص، فاختصره وصححه واستخلص منه زيجا، عُرف باسم زيج الخوارزمى وحل محل كتاب الفزارى المترجم، وأدى جمع الخوارزمى بين النهجين الإغريقى والهندى فى الفلك إلى أن أصبح بعد ذلك فى غاية الأهمية بين الدراسات الفلكية الإسلامية، على ما سنرى فى الفصول القادمة.

الفصل الثانى

بنو موسى بن شاكر

ينتمى الإخوة الثلاثة (محمد، أحمد، الحسن) إلى أبيهم موسى بن شاكر، الذى قربه المأمون إلى بلاطه، واهتم بتهذيبه وتعليمه، حتى صار من منجميه وندمائه، وفى مقدمة علماء زمانه. فقد عُرف بعد أن أتقن علوم الرياضيات والفلك بالمنجم، واشتهر بأزياجه الفلكية. وبذلك يمثل المأمون السبب الرئيس فى تكوين موسى بن شاكر العلمى. وهذه نقطة مهمة ينبغى أن تؤخذ فى الإعتبار فى تناولنا لجماعة موسى بن شاكر. فالمأمون الخليفة العالم قد حول مسار موسى بن شاكر تماما، فجعله يقطع شوطا كبيراً فى طريق العلم بدلاً من قطع طريق المارة. وهو الأمر الذى أراد موسى بن شاكر أن يربى عليه أولاده الثلاثة، ولكنه توفى وهم صغار، وكان قد عهد بهم إلى المأمون أيضاً. وبناء على ذلك يمكننا الزعم بأنه لولا المأمون – وكم له من أفضال على الحضارة العربية الإسلامية – لما كانت جماعة بنى موسى بن شاكر العلمية. فلقد تكفل المأمون بالصبية الصغار بعد وفاة أبيهم، وعهد بهم إلى إسحق بن إبراهيم المُصبعى، فألحقهم اسحق ببيت الحكمة تحت إشراف الفلكى والمنجم المعروف يحيى بن أبى منصور وكان المأمون أثناء أسفاره إلى بلاد الروم يرسل الكتب إلى إسحق بأن يراعيهم ويوصيه بهم ويسأل عن أخبارهم. وقد أتاح وجود بنى موسى فى بيت الحكمة كبيئة علمية بحتة فرصة ممتازة وغير عادية لهم من أجل تثقيف أنفسهم وإبراز مواهبهم العلمية[1]. ولقد تعاون الأخوة الثلاثة فيما بينهم فى تحصيل العلم؛ فدرسوا سويا علم الحيل (الميكانيكا)، والفلك، والرياضيات، والهندسة حتى برزوا واشتهروا فى هذه العلوم[2].

---

(1) بنو موسى بن شاكر، كتاب الحيل، تحقيق أحمد يوسف الحسن وآخرين، معهد التراث العلمى العربى 1981، مقدمة المحقق ص20.

(2) صاعد الأندلس، طبقات الأمم، طبعة القاهرة القديمة، بدون تاريخ، ص142.

أجمعت المصادر التاريخية على أن الأخوة الثلاثة نشأوا فـي بيـت الحكمة المأمونى فى جو مشبع بالعلم، حيث لمسوا وتأثروا بكل ما كان يجرى فى بيت الحكمة من نشاطات علمية آنذاك .

وكان لرغبتهم فى العلم، إلى جانب تكليف المأمون أساتذة بيت الحكمة بالإشراف عليهم، وخاصة أساتذة الفلك، وعلى رأسهم يحيى بن أبى منـصور فلكى الخليفة كان لهذه العوامل أثرها الهام فى نبوغ بنى موسى المبكر.

فكبيرهم "محمد" فضلاً عن أنه قد أصبح أعظمهم شأناً وأطولهم باعـاً فى السياسة وذا تأثير كبير على الخليفة مثله مثل أبيه من قبل، فإنه استطاع أن يكوّن جماعة علمية فلكية، ضمت إلى أخويه أحمد والحسن، عدداً من الفلكيين لم تسعهم إلا داراً فسيحة فى أعلى ضاحية من بغداد بقرب بـاب الـشماسية، خصصها لهم المأمون لرصد النجوم رصداً علمياً دقيقاً. وإجراء قياسات مثيرة للإعجاب كانت تقارن بغيرها فى جنديسابور، وبأخرى تجـرى بعـد ثـلاث سنوات فى دراسة ثانية تمت على جبل قاسيون علـى مقربـة مـن دمـشق للمقارنة. وكان أفراد هذه الجماعة يعملون مجتمعين علـى وضـع جـداول (أزياج) الفلك "المجربة" أو "المأمونية" كما سموها.

ومع مرور الوقت فى الإنشغال بالعمل العلمى، النظـرى والتطبيقـى ازدادت حصيلة جماعة بنى موسى العلمية، وتطورت أساليبهم التطبيقية إلـى الدرجة التى مكنتهم من القيام بأول وأهم وأخطر عمل علمى جماعى بالنـسبة لهم، ولا تقل أهميته بالنسبة لتاريخ العلم العربى والعالمى على وجه العمـوم، ألا وهو قياس محيط الأرض.

وكان المأمون قد سألهم القيام بهذه المهمة العلمية الشاقة لما رآه فـى علوم الأوائل من أن دورة كرة الأرض أربعة وعشرون ألف ميل، فـأراد أن

يقف على حقيقة ذلك. ورأس محمد بن موسى الجماعة العلمية التى تصدرت لذلك الغرض. والتى ضمت إلى جانب أخويه أحمد والحسن مجموعة من الفلكيين والمساحين. وقد اختارت الجماعة مكانين منبسطين أحدهما صحراء سنجار غربى الموصل. والآخر أرض مماثلة بالكوفة. وقد اقتضت طريقة الجماعة أن "ينطلق فريقان من جهة ما، فيذهب فريق إلى ناحية الشمال، وآخر إلى الجنوب بحيث يرى الأول منهما صعود "التيس الفتى" والثانى هبوطه. ثم تحسب درجة خط الطول (Merdian) بواسطة قياس المسافة بين الفريقين المراقبين، وكانت النتيجة دقيقة للغاية، فقد توصلت الجماعة فعلا إلى أن محيط الأرض يساوى 66 ميلاً عربياً . وهذا ما يعادل 47.356 كليلومتراً لمدار الأرض. وهذه النتيجة قريبة من الحقيقة إذ مدار الأرض الفعلى يعادل 40.000 كيلومتر تقريباً[1].

وهذا العمل فضلا عن كونه من الأعمال العلمية الجماعية المهمة التى قامت بها جماعة بنى موسى شاكر، فإنه أول قياس حقيقى للأرض عرفه العالم، لأن طريقة بنى موسى قد اختلفت عن طريقة ايراتوستيناس اليونانى الذى اعتبر أول من حاول قياس محيط الأرض عن طريق زاوية أشعة الشمس.

ويبدو أن مهمة قياس محيط الأرض التى فرغت منها الجماعة بنجاح، كانت حافزا قوياً لها على بناء مرصد خاص بأعضائها بقرب جسر الفرات عند باب التاج، حيث المأذنة الملتوية إلى أعلى، والتى تم تثبيت آلات الرصد

---

(1) راجع، خالد حربى، علوم حضارة الإسلام ودورها فى الحضارة الإنسانية، ط الأولى، سلسلة كتاب الأمة، قطر 2005.

فوقها[1]. وفيه قام أعضاء الجماعة باجراء قياسات فلكية دقيقة – مثل استخراجهم حساب العرض الأكبر من عروض القمر – فاقت قياسات بطلميوس وخالد بن عبد الملك المروزى، فلكى قصر الخليفة. كما نالت هذه الأرصاد تقدير واهتمام الفلكيين اللاحقين لبنى موسى، فبعد مرور حوالى قرن ونصف من الزمان، نرى البيرونى يصرح بأهمية أرصاد جماعة بنى موسى بن شاكر، وبفضلها عليه قائلا: إنا نظرنا إلى قول بطلميوس فى مقدار شهر القمر الأوسط، وقول خالد بن عبد الملك المروزى على ما قاسه بدمشق، وقول بنى موسى بن شاكر، وقول غيرهم،فوجدنا أولى الأقاويل بأن يؤخذ به ويعمل عليه ما أورده بنو موسى بن شاكر لبذلهم المجهود فى إدراك الحق وتفردهم فى عصرهم بالمهارة فى عمل الرصد والحذق به ومشاهدة العلماء منهم ذلك وشهادتهم له بالسمحة، وبُعد عهد رصدهم بأرصاد القدماء، وقرب عهدنا به، فاستخرجنا الأصل على ما ذكروه[2].

وثمة نشاط علمى جماعى مهم مارسته جماعة بنى موسى، وكان له أثر أهم فى ازدهار الحركة العلمية عموماً وأعنى به رعايتها لحركة الترجمة والنقل.

يذكر ابن النديم[3] أن بنى موسى ممن تناهو فى طلب العلوم القديمة. وبذل الرغائب فيها، وأتعبوا فيها نفوسهم، وأنفذوا إلى بلد الروم من أخرجها إليهم، فاحضروا النقلة من الأصقاع والأماكن بالبذل السنى فأظهروا عجائب

(1) Creswell, K. A., Short Account of Early Muslim, Architeeture Britain 1985, P.278.

(2) البيرونى، الآثار الباقية عن القرون الخالية، طبعة مكتبة المثنى ببغداد (د. ت)، ص 15.

(3) الفهرست، طبعة القاهرة القديمة (د. ت)، ص378 - 379.

الحكمة. ويذكر صاحب العيون[1] أن بني موسى وهم: محمد، وأحمد، والحسن، كانوا يرزقون جماعة من النقلة منهم حنين بن اسحق، وحبيش بن الأعسم، وثابت بن قرة، وغيرهم فى الشهر نحو خمسمائة دينار للنقل والملازمة.

إذن لعبت جماعة بنى موسى دورا مهماً فى دفع عجلة الترجمة إلى الأمام، فالعلماء الذين تولت الجماعة رعايتهم هم فى حقيقة الأمر من أبرز أعلام حركة الترجمة، هؤلاء الذين تم على أيديهم نقل كثير من علوم ومعارف الأمم الأخرى إلى اللغة العربية[2].

يتضح مما سبق أن أهم ما تميزت به جماعة بنى موسى هو مبدأ "التعاون" وروح الفريق الذى يظهر جلياً فى أكثر أعمالهم، نظرية كانت، أم تطبيقية، فأما النظرية، فقد تركوا العديد من المؤلفات الجماعية[3] التى تبرز من ناحية مدى تعاونهم فى العمل العلمى، وتوضح من جهة أخرى قيمة العمل العلمى الجماعى الذى تذوب فيه الشخصية الفردية، وتترك المجال لروح فريق العمل.

وأما تاريخياً فإن أهم عمل لجماعة بنى موسى شاكر هو "كتاب معرفة مساحة الأشكال البسيطة والكرية". فالأقدار الثلاثة، الطول، والعرض، والسمك تحد عظم كل جسم وانبساط كل سطح، والعمل فى تقدير كمياتها إنما يتبين

---

(1) ابن أبى أصيبعة، عيون الأنباء فى طبقات الأطباء، طبعة دار الحياة، بيروت بدون تاريخ، ص260.

(2) ابن أبى أصيبعة، عيون الأنباء، ص286 – 287.

(3) بنو موسى كتاب معرفة مساحة الأشكال، بتحرير نصير الدين الطوسى، ط الأولى (حجر) حيدر آباد الدكن 1359هـ، ص2.

بالقياس إلى الواحد المسطح والواحد المجسم، والواحد المسطح الذى به يقاس السطح، وكل مضلع يحيط بدائرة، فسطح نصف قطر تلك الدائرة فى نصف جميع أضلاع ذلك المضلع هو مساحته[1].

وقد شكل هذا الكتاب تطويرا مهما لكتابى أرشميدس عن "حساب مساحة الدائرة وعن الكرة والأسطوانة"، حيث استغل فيه الأخوة الثلاثة منهج الأستنزاف لدى (يودوكس)، ومفهوم الكميات المتناهية الصغر لدى أرشميدس، وكان هذا الكتاب بالغ التأثير، سواء فى الشرق الإسلامى، أم الغرب اللاتينى.

وتتضح فى هذا الكتاب صيغ العمل الجماعى مثل: "وذلك ما أردناه، وعلى ذلك المثال نبين .. "نقول: فالسطوح المستديرة المحيطة بهذا الجسم جميعا أصغر من ضعف سطح دائرة"، نريد أن نجد مقدارين(2) ...... الخ .

كما تتجلى فى هذا الكتاب أمانة الجماعة العلمية، إذ أشارت إلى ما ليس لها فيه. فكل ما وصفنا فى كتابنا، فإنه من عملنا إلا معرفة المحيط من القطر فإنه من عمل أرشميدس، وإلا معرفة وضع مقدارين بين مقدارين لتتوالى على نسبة واحدة، فإنه من عمل مانالاوس[3].

وفى القرن الثانى عشر لعبت ترجمة الكتاب اللاتينية "العمل الهندسى للإخوة الثلاثة" من قبل جيرارد الكريمونى دورا هاما فى نقل أفكار أرشميدس ومناهجه إلى أوربا. ومن المعروف أنه كان ذا أثر كبير فى عمل الرياضى ليوناردو فيوناتسى من مدينة بيزا فى القرن الثالث عشر .

---

(1) بنو موسى بن شاكر، كتاب معرفة مساحة الأشكال، ص2.

(2) بنو موسى، كتاب معرفة مساحة الأشكال، ص17.

(3) بنو موسى، المصدر نفسه. ص25.

وهناك عمل جماعي اخر لجماعة بني موسى لايقل أهمية عن سابقه، ألا وهو "كتاب الدرجات المعروفة" في الفلك، والمطلع على مقدمة هذا الكتاب يدرك لأول وهلة أنه عمل جماعي من الدرجة الأولى، إذ أن الإخوة الثلاثة، قد استعانوا بمجموعة من المترجمين لترجمة ما وجدوه عند اليونان من كتب في معرفة أحكام النجوم، ففي بداية الكتاب يقرر الأخوة الثلاثة أن اليونانيين قد نقلوا العلوم التجريبية من الهند - لأن العقلية اليونانية كانت عقلية نظرية فلسفية أكثر منها تجريبية - ولما نظروا هم في الكتب الفلكية الموجودة على عهدهم وجدوها قد احتوت على أخطاء، لذا قرر الأخوة الثلاثة نقل كتب القدماء (اليونان) التي هجرها المتأخرون لعدم فهمهم إياها، الأمر الذي كلفهم مشقة كبيرة - كجماعة متخصصة في علم الفلك - في تصحيح عبارات المترجمين وتهذيبها. تقول الجماعة: "إن القدماء من أهل اليونانية تسلموا علومهم التجريبية من الهند .. ولما نظرنا في الكتب الموجودة إلى الآن في معرفة أحكام النجوم، وجدنا أكثرها حايداً عن الصواب، وعن ما سطره أولوهم، ووجدنا لقدمائهم كتبا قد هجرها المتأخرون لجهلهم كيفية استعمال ما فيها وبعدها عن أذهانهم، فتكلفنا التعب الشديد في نقله إلى لغة العرب، واستعنا في ذلك بأفضل ما وجدناه من الناقلين في زماننا، واجتهدنا في تهذيب العبارة عنهم[1].

ويُعد كتاب "الدرجات المعروفة" موسوعة فلكية حاولت جماعة بني موسى أن تضعها بغرض إحياء علم الفلك الهندي واليوناني بعد تنقيحه

---

(1) بنو موسى كتاب الدرجات المعروفة، مخطوط معهد المخطوطات العربية رقم 60 فلك ورقة 1 وجه.

وتصحيحه من الأخطاء التي وقفت عليها الجماعة التي تقول: "ووجدنا لهم ثلاثة كتب، أحدها في طبائع الدرج التي في فلك البروج وخواصها في ذاتها، وإذا أحلت فيها الكواكب الصغار التي تسمى المتحيرة (السيارة)، الثاني كتاب كبير، وهو اثنتا عشر مقالة في طبائع الدرج وخواصها إذا حلتها العظيمة وهي التي نسميها البابانة، ووجدنا هذا الكتاب اختل نظمه وتخلط وضعه، فأصلحناه أصلاحا يشهد لنفسه، والكتاب الثالث في كيفية حال البروج في درج البروج مع اتصالات الكواكب المتحيرة اذا مزجت بالبابانة، وهذا الكتاب لم نجده كاملاً، وقد نقلنا ما وجدناه من هو أصلحناه"[1].

---

(1) بنو موسى كتاب الدرجات المعروفة، ورقة 1 وجه .

الفصل الثالث

الفرغانى

الفرغانى (القرن الثالث الهجرى / التاسع الميلادى) أبو العباس أحمد بن محمد بن كثير الفرغانى، ولد فى فرغان من بلاد ما وراء النهر، ثم انتقل إلى بغداد. وأقام فيها دارسا علوم الرياضيات والفلك حتى برع فيهما ونال حظوة الخليفة المأمون الذى أسند إليه دراسات كثيرة تتعلق بعلم الهيئة. فقام بها على أحسن وجه، كما عينه المأمون رئيساً لمرصد الشماسية فى بغداد، والذى يعد أول مرصد فى الإسلام .

وعندما قرر المأمون التحقق من قيمة محيط الأرض التى ذكرها اليونانيون، كان الفرغانى ضمن الفريق الذى خرج إلى صحراء سنجار مع بنى موسى بن شاكر، وجاءت القياسات التى توصلوا إليها فى غاية الدقة.

وعكف الفرغانى فى مرصد الشماسية على دراسة تسطيح الكرة عن قرب. فجاء بآراء ونظريات أصيلة. واستطاع الفرغانى تطوير المزولة، ووضع عدة تطورات للإسطرلاب الذى استخدمه فى قياس المسافات بين الكواكب وإيجاد القيمة العددية لحجومها، فحدد أقطار بعض الكواكب مقارنة بقطر الأرض، وصرح بأن حجم القمر يساوى 1/39 من حجم الأرض، وحجم الشمس يساوى 166 ضعفا للأرض، وحجم المريخ يساوى 15/8 من حجم الأرض، وحجم المشترى يساوى 95 ضعفا للأرض، وحجم زحل يساوى 90 ضعفا للأرض، وبقيت قياسات الفرغانى هذه مستخدمة فى جميع أنحاء العالم حتى القرن التاسع الهجرى، الخامس عشر الميلادى، واعتمد علماء العرب والمسلمين اللاحقين وعلماء الغرب المحدثين فى علم الفلك، على نتائج الفرغانى تلك التى ضمنها كتبه، والتى من أهمها:

- جدول الفرغاني[1].
- الكامل في الإسطرلاب[2].
- رسالة في معرفة الأوقات التي يكون القمر فيها فوق الأرض أو تحتها[3].
- حساب الأقاليم السبعة[4].
- في صنعة الإسطرلاب[5].

ويأتي على قمة مؤلفات الفرغاني من حيث الأهمية كتاب في جوامع علم النجوم وأصول الحركات السماوية " أو " رسالة الفصول مدخل إلى مجسطي[6]، فهو أقدم كتاب عربي وصل إلينا كاملا في عرض النظام البطليموسي، يعرض فيه الفرغاني عبر ثلاثين فصلا كيفية ظهور الكون حسب نتائج بطليميوس، إلا أنه لم يسلم بكل آراء بطليميوس، بل وقف بالنقد على بعض مسائله، وصحح أخرى اعتماداً على تجاربه، ومنها تصحيح ميل فلك البروج من 51.23 درجة إلى 33.23 درجة. كما أكد الفرغاني تبعية أوجي الشمس والقمر لحركة مبادرة الاعتدالين للنجوم الثابتة .

أثر الفرغاني بكتابه هذا تأثيرا كبيراً في علماء الفلك اللاحقين له، وامتد التأثير إلى الغرب على أثر ترجمته إلى اللاتينية سنة 1134 بمعرفة يحيى الأسباني. وبعد نصف قرن من صدور هذه الترجمة، قدم جيرار

---

(1) مخطوط جامعة باتنة الجزائر 33612 رقم 2520 : 8.
(2) مخطوط مكتبة برلين رقم 5710 - 5792.
(3) مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5 / 311.
(4) مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5 / 311.
(5) مخطوط مكتبة برلين رقم 5793، والمتحف البريطاني رقم 5479.
(6) مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5 / 310، ومكتبة باريس الوطنية رقم 3/2504.

الكريموني ترجمة لاتينية أخرى، تلتها ترجمة عبرية قام بها يعقوب الأناضولي، واعتمدها يعقوب كريستمان بعد فترة من صدورها مع غيرها من الترجمات اللاتينية في إصدار ترجمة لاتينية جديدة كانت لها أهمية كبيرة في تطوير علم الفلك عند الغربيين. فقد عرف بعضهم مجسطي بطلميوس من خلال كتاب الفرغاني، حتى أن العالم الفلكي "دانته" كان يأخذ أفكار بطلميوس الفلكية من كتاب الفرغاني، ويشير إلى المجسطي دون أن يراه. وكان لأفكار الفرغاني الفلكية الأصيلة تأثيرها الممتد من النصف الأول من القرن الثاني عشر إلى أواخر القرن الخامس عشر على تطور علم الفلك في الغرب، وليس أدل على ذلك من الاقتباسات الكثيرة التي اقتبسها العالم الفلكي الفرنسي بيير دويم من الفرغاني، ودونها في كتابه "نظام العالم" وخاصة المجلدين الثالث والرابع.

الفصل الرابع

البتانى

البتاني (244- 317هـ / 858- 929 م)

أبو عبد الله محمد بن جابر بن سنان الحراني المعروف بالبتاني، نسبة إلى بلدة بتان التي ولد بها قرب حران الواقعة على أحد روافد نهر الفرات، بدأ بدراسة الفلك على والده جابر البتاني الذي كان عالماً مشهوراً. وبعد فترة من الدراسة وتلقي العلم، انتقل إلى مدينة الرقة عاكفا على دراسة مؤلفات من سبقوه من الفلكيين وخاصة مؤلفات بطلميوس، الأمر الذي أدى به إلى البحث في الفلك والجبر والهندسة والمثلثات والجغرافيا، وعاش حياة علمية اتسمت بالتنقل بين الرقة وأنطاكية بسوريا تلك التي أنشأ بها مرصداً فلكيا عُرف بمرصد البتاني.

وقف البتاني حياته على رصد الأفلاك منذ سنة 877/264م حتى توفي سنة 317هـ /929م، فصار أحد المشهورين برصد الكواكب والمتقدمين في علم الهندسة وهيئة الأفلاك وحساب النجوم وصناعة الأحكام كما وصفه القفطي.

وصار علم الفلك عند البتاني من العلوم السامية المفيدة، فبواسطته يمكن للإنسان أن يقف على أشياء هو في حاجة إليها، فيعرفها ويستغلها لما فيه نفعه[1].

تناول البتاني مسألة اتفاق كوكبين في خط الطول أو خط العرض السماوي سواء كان الكوكبان أحدهما أو كلاهما في دائرة فلك البروج أو خارجها. وقد ضمّن تلك المسألة الفلكية المهمة في رسالتيه: "في مقدار الاتصالات" و "رسالة في تحقيق أقدار الإتصالات". وبحث البتاني الفرق بين

(1) البتاني، زيج الصابي، نشرة كارلونيلينو، روما 1907، جـ1، ص13.

حركات الكواكب في مساراتها ثابتة المقدار، وبين حركاتها الحقيقية التي تختلف من موقع إلى آخر. وسطّر هذا في مؤلفه "كتاب تعديل الكواكب". كما قدم البتاني حلا رياضياتياً للمسألة النجمية لاتجاه الراصد ودوّنه في تصنيفه "كتاب معرفة مطالع البروج فيما بين أرباع الفلك".

ويأتي "الزيج الصابئ" على قمة مؤلفات البتاني من حيث الأهمية، ضمّنه أرصاده للكواكب أو النجوم لسنة 299هـ، وخلاصة أعماله الفلكية التي قام بها على مدار ما يربو على أربعين سنة، ومنها: وضعه للجداول الفلكية المتعلقة بحركات النجوم التي أكتشفها. وقد أثر هذا الكتاب تأثيراً بليغاً في تطور وتقدم علم الفلك والرياضيات على المستويين الإسلامي والغربي، فقد اعتمد عليه كثير من علماء الفلك المسلمين اللاحقين للبتاني في حساباتهم الفلكية، فضلا عن الاقتباسات والشروحات الكثيرة التي وضعت له، لتمتد أهمية الكتاب إلى عصر النهضة الأوربية والعصر الحديث فيترجمه بلاتوف تيفوك في القرن الثاني عشر الميلادي باسم Sciencia de sttllarum أي علم النجوم، ويُطبع في نورمبرغ سنة 1537. وأمر الفونس العاشر ملك قشتالة في القرن الثالث عشر بترجمة زيج البتاني هذا من العربية إلى الأسبانية مباشرة، وطُبعت الترجمة طبعات عدة سنة 1646. وتحوى إحدى مكتبات باريس حتى اليوم مخطوط لهذه الترجمة. وفي مكتبة الفاتيكان نسخة أخرى. وما بين سنتي 1899- 1907 نشر كارللونيلينو بروما، معتمدا على نسخة مكتبة الاسكوريال، طبعته لأصل زيج البتاني العربي في ثلاث مجلدات مصحوبة بترجمة لاتينية .

ويعد "الزيج الصابئ" أول زيج يحتوى على أرصاد دقيقة ومعلومات فلكية صحيحة كان لها أثرها في العصور اللاحقة للبتاني وحتى العصر

الحديث، وذلك لاحتواءه على جداول فلكية تخص كل كوكب من الكواكب ومواضعها فى أفلاكها وكيفية حركتها. كما يشتمل الزيج على قوانين عددية ومسائل حسابية يمكن عن طريقها معرفة الشهور والأيام والتواريخ الماضية، ومعرفة أبعد نقطة للكواكب عن الأرض وهى ما تعرف بالأوج، وأقرب نقطة للكواكب من الأرض وهى ما تُعرف بالحضيض[1].

وضمّن البتانى زيجه أهم أرصاده الفلكية التى صححت حركات القمر والكواكب ووضعه جداول جديدة لمواقعها، وجداول توضيحية وافية تتعلق بحركات الأجرام التى اكتشفها، ولكل هذا وصف الغربيون زيج البتانى بأنه أصح الأزياج، وكان لهذا الكتاب أثر عظيم سواء فى علم الفلك أو حساب المثلثات الكرى خلال العصور الإسلامية (الوسطى) وعصر النهضة، وقد تُرجم إلى اللاتينية مرات كثيرة منذ القرن الثانى عشر، وحتى القرن التاسع عشر، الأمر الذى جعل الغربيون يعدون البتانى أحد علماء الفلك الأفذاذ على مر العصور.

قسّم البتانى "الزيج الصابئ" إلى سبعة وخمسين باباً، خصص الأبواب الثلاثة الأولى للمقدمة وطريقة العمليات الحسابية للنظام الستينى، وأوتار الدائرة، والكرة السماوية ودوائرها. وبحث البتانى فى الباب الرابع مقدار "الميل الأعظم" وهو ميل فلك البروج عن فلك معدلى النهار. وبأرصاده أخرج البتانى القيمة تساوى 23 درجة، و 35 دقيقة، والقيمة الحديثة 23 درجة، و 35 دقيقة، و 41 ثانية. وأفرد البتانى أبوابا من الزيج تبحث فى رصد ارتفاع الشمس من أجل قياس الزمن. وتناول فى باب بعض طرائق الرصد لاستخراج

(1) البتانى، زيج الصابئ، مواضع مختلفة.

طول السنة الشمسية الذى وجده عند أهل بابل 365 يوما و 6 ساعات، و 23 دقيقة، وقدره أبرخس بـــ 365 وربع يوما، وقدره بطلميوس بـــ 365 يوما، و 5 ساعات، و 47 دقيقة، و 30 ثانية وقدره هو أى البتانى بـــ 365 يوما، و 6 ساعات، و 14 دقيقة، و 26 ثانية.

وفى الكتاب تسعة أبواب تشتمل على البحث فى النجوم أو الكواكب الثابتة، وتناول فى باب حركة الشمس ومدى بعدها هى والقمر عن الأرض، وحركات القمر والكسوف والخسوف والكواكب ومساراتها، وأرصاد النجوم ومنازل القمر. وعقد البتانى فى باب مقارنة بين تقاويم العرب والفرس والروم والقبط. وفى الباب قبل الأخير وصف البتانى الآلات الفلكية وطرائق صناعتها. أما أخطاء علماء الفلك التى إما أن تكون شخصية، أو بسبب خلل يطرأ على الآلة نفسها، فكانت موضوع نقاش الباب الأخير من الزيج الصابئ.

من هذا الكتاب وغيره من مؤلفات البتانى عرف العالم أن البتانى هو أول من اكتشف السمت Azimuth والنظير Nadir وحدد نقطتيهما من السماء، كما حدد طول السنة المدارية والفصول والفلك (المدار) الحقيقى والمتوسط للشمس، وقام بتحقيق مواقع كثيرة من النجوم وتصحيح أرصاد القدماء فيها، إما لارتكابهم خطأ فى إجراء فى هذه الأرصاد أو لأن موقع النجوم نفسها قد تغيرت بالنسبة إلى الأرض. فقد صحح تقدير بطلميوس لحركة المبادرة الإعتدالية، وضبطه بدقة، وخالف بطلميوس فى ثبات الأوج الشمسى، وبرهن على تبعيته لحركة المبادرة الإعتدالية، كما صحح قيمة ميل فلك البروج على فلك معدل النهار، وجملة أخرى من حركات القمر والكواكب السيارة.

وللبتاني أرصاداً جليلة للخسوف والكسوف اعتمد عليها دنثورن سنة 1749 في تحديده لتسارع القمر في حركته خلال قرن من الزمان. فكان البتاني يرصد في الرقة على الضفة اليسرى من الفرات، وقد حدد وهو مقيم بتلك البلدة – وبكثير من الدقة – ميل دائرة فلك البروج (أو الدائرة الكسوفية) بمقدار 23 درجة و 35 دقيقة، وهذا أقصى ما أمكن الوصول إليه أنذاك. وبعد حوالي ألف سنة قام نظيره لالاند الفلكي الفرنسي الكبير المتوفي سنة 1807م بحساب ذلك الميل فوجد مقداره 23 درجة و 35 دقيقة و 41 ثانية، أي بزيادة هذا الفرق من الثواني، لأنه أضاف إلى تقدير البتاني 44 ثانية للإنكسار، ثم طرح منها 3 ثوان للاختلاف الأفقي، ولهذا عد لالاند البتاني من الفلكيين العشرين المبرزين الذين أنجبتهم الإنسانية منذ أن خلقها الله وحتى الآن[1] .

من كل ما سبق عُرف البتاني في الغرب باسم Battenisus, Albatenius ووصفه كاجوري وهاليه بأقدر علماء الرصد وسماه البعض بطميوس العرب. وهو من أعظم علماء عصره وأنبغ علماء العرب والمسلمين

---

(1) والبتاني، كذلك أبو علم المثلثات، فإذا كان بطلميوس قد استخدم الأوتار في حساب الدائرة، وكانت له فرضية واحدة، فإن البتاني استبدل بالوتر جيب المثلث، أي استعمل الجيوب بدلا من أوتار مضاعف الأقواس، وهذا يُعد ابتكارا مهما جداً في الرياضيات إذ أنه ساعد على تسهيل المثلثات. واستخدم البتاني المستقيمات المماسة وظل تمام الزاوية، وأعطى حلولا رائعة بواسطة المسقط التقريبي لمسائل في حساب المثلثات (الكرى) وأبدل المربعات بالمثلثات في حل المسائل، وأوتار الأقواس بالجيوب في حساب المثلثات والزوايا .. وصاغ النسب المثلثية على الوجه الذي نستخدمه الآن تقريبا. وقد عرف هذه الحلول جميعاً ريجو مونتانوس وانتحلها في كتابه Detringulis فنسب إليه بعض مؤرخي الغرب علم حساب المثلثات زوراً وبهتاناً ولم يذكروا البتاني مبدعه الأول !

فى الفلك والرياضيات عند جورج سارتون، وصاحب نظرية جديدة تشف عن شئ كثير من الحذق وسرعة الحيلة لبيان الأحوال التى يرى فيها القمر منــذ ولادته باعتراف كارلونيلينو .

الفصل الخامس

الصوفى

الصوفى (291/ 376هـ - 903 / 986م)

أبو الحسين عبد الرحمن بن عمر بن محمد بن سهل الصوفى، ولد بالرى إحدى مدن إيران القديمة، وبها نشأ وتعلم حتى صار مشهورا بعلم الفلك الذى بلغ فيه رتبة عالية مكنته من الإتصال بالخليفة عضد الدولة البويهى الذى اتخذه معلماً له فى الفلك، وخاصة مواضع النجوم الثابتة وحركاتها، وغيرها من المسائل الفلكية التى دوّنها فى كتبه الفلكية المهمة، ومنها: رسالة العمل بالإسطرلاب، كتاب الإرجوزة فى الكواكب الثابتة، كتاب التذكرة، كتاب مطارح الشعاعات، وكتاب الكواكب الثمانية والأربعين، والذى يُعد أشهر مؤلفات الصوفى راجع فيه النجوم الواردة فى كتاب المجسطى لبطليموس بمنتهى الدقة، الأمر الذى جعل شيليرب الدنماركى الذى ترجم الكتاب يمتدحه بالقول بإن الصوفى قد أعطانا وصفاً عن السماء المُرصعة بالنجوم بصورة أحسن مما توفر من قبل، وقد بقى هذا الوصف لتسعة قرون دون أن يوجد له نظير.

ويأتى على قمة مؤلفات الصوفى الفلكية من حيث الأهمية والعظمة كتابه الأشهب "كتاب الكواكب الثابتة" الذى عدّه سارتون أحد الكتب الثلاثة الرئيسة فى الفلك عند المسلمين، والكتابان الآخران هما زيج ابن يونس، وزيج أولغ بك. ولعل أهم ما يميز كتاب الكواكب الثابتة للصوفى رسومه الملونة للأبراج والنجوم السماوية تلك التى مثلها على هيئة بشرية وحيوانية، فمنها ما هو على هيئة إمرأة أو رجل أو أسد أو تنين، أو دُب.

قدّم الصوفى فى كتابه هذا وغيره من مؤلفاته إنجازات فلكية عملت على تطور علم الفلك، وقد وقف المشتغلون بالفلك من الجانب الغربى على ما

أنجزه الصوفى، بعد أن ترجموا مؤلفاته وحققوها ونشروها، فوجدوا أنه: رصد آلاف النجوم وعدّها وحدد أبعادها طولاً وعرضاً فى السماء ودرجة شعاع كل منها وقدر أحجامها كما قدّر مبادرة الإعتدالين، وقرر بعد أرصاده ومشاهداته ان عدد النجوم الخفية أكثر بكثير من العدد الذى يحسبه الفلكيون وهو 1025، فاكتشف الصوفى نجوما لم يسبقه أحد إلى اكتشافها، ورسم خريطة للسماء بيّن فيها كل هذه المواضع، كما وضع جدولا للنجوم صحح بمقتضاه أخطاء من سبقوه ولم يقتصر هذا الفلكى العظيم – بحسب الدوميلى – على تعيين كثير من الكواكب التى لا توجد عند بطلميوس، بل صحح أيضاً من الملاحظات التى أخطأ فيها، ومكن بذلك المحدثين من التعرف على الكواكب التى حدد لها الفلكى اليونانى مراكز غير دقيقة. ولذا اعتبر بعض الفلكيين الغربيين أن الصوفى يمثل نقطة تحول من عصر بطلميوس إلى عصره، ثم إلى العصر الحاضر، واعتبروا أن كتابة فى الكواكب الثابتة أصح من كتاب بطلميوس وزيجه أصح زيج وصل إلينا من كتب القدماء، كما عدوا الصوفى أول من اكتشف ما يُعرف الآن باسم "سديم مسيبه" وهى سحابة من المادة الكونية. وعلى مؤلفاته اعتمد الفلكيون المحدثون فى حساب التغير فى ضوء بعض النجوم .

الفصل السادس

ابن يونس المصرى

ابن يونس (ت 399هـ / 1009م)

أبو الحسن على بن أبى سعيد عبد الرحمن بن أحمد بن يونس، ولد، فى القاهرة، وتربى ونشأ على ضفاف النيل فى كنف أسرة علمية، فأبوه عبد الرحمن بن يونس كان محدثا ومؤرخاً مشهوراً، وجده يونس بن عبد الأعلى صاحب الإمام الشافعى والإختصاصى فى علم النجوم .. وبعد إتمام دراساته فى مرحلة الشباب حظى ابن يونس بمكانة كبيرة لدى الخلفاء الفاطميين، فقدروا نبوغه وتفوقه على متابعة وإتمام بحوثه فى علم الفلك والرياضيات إلى الدرجة التى معها بنوا له مرصداً على جبل المقطم قرب مدينة الفسطاط (القاهرة) وزودوه بما يلزم من أحدث الآلات والأدوات المعروفة عصرئذ .

وبناءً على طلب العزيز الفاطمى أبو الحاكم، بدأ ابن يونس سنة 380هـ/ 990م فى تأليف زيج فلكى، وأتمه فى عهد الحاكم ولد العزيز 397هـ/1007م أى قبل وفاته بسنتين، وسماه "الزيج الكبير الحاكمى" نسبة إلى الخليفة، بدأ ابن يونس زيجه بجمع كل الآيات القرآنية التى تتعلق بأحوال السماء، ورتبها بحسب مواضعها ترتيبا جميلاً، ومسترشدا بها من حيث أن التفكير فى خلق السموات والأرض وعجائب المخلوقات هو من أحسن السبل إلى معرفة الله جلّ وعلى. ويشتمل الزيج على واحد وثمانين فصلاً بعد المقدمة، فهو زيج كبير على رأى ابن خلكان لم ير فى الأزياج على كثرتها أطول منه. دوّن فيه ابن يونس الهدف من وراء تأليفه ووضعه وهو التحقق من أرصاد السابقين له وآراءهم ونظرياتهم فى الثوابت الفلكية لاستدراك ما فاتهم. وفيه دوّن ابن يونس رصده لكسوف الشمس وخسوف القمر فى القاهرة سنة 369هـ / 978م بعد أن راقبه لمدة سنتين، وأثبت من هذا الرصد تزايد

حركة القمر، واستطاع حساب ميل دائرة البروج وحساب العجلة القريبة في الحركة المتوسطة للقمر، ذلك الذي جاء ادق حساب واقربه حتى ظهور الات الرصد الحديثة .

وقد قام "الزيج الكبير الحاكمي" مقام المجسطي والرسائل التي ألفها علماء بغداد سابقاً على حد قول سيديو . وأفاد ابن يونس بزيجه فائدة قيمة بحسب "سوتر" والذي يأسف من أنه لم يصل إلينا كاملاً، وتتوزع أجزاءه التي وصلت إلينا بين عدد من المكتبات العالمية كالقاهرة وباريس والاسكوريال وبرلين. ولحسن الحظ، بحسب علماء الغرب، ترجم كوسان Caussin ونشر بعض أجزاءه التي تحتوي على أرصاد ابن يونس عن الكسوف والخسوف واقتران الكواكب، فضلاً عن أرصاد الفلكيين القدماء، الأمر الذي حدا بمؤلف العلم الشهير جورج سارتون إلى التقرير بأن ابن يونس ربما كان أعظم فلكي مسلم، ويشكل زيجه الكبير الحاكمي "مع زيج عبد الرحمن الصوفي، وزيج الغ بك الكتب الرئيسة الثلاثة التي اشتهرت في علم الفلك عند المسلمين .

ساهم ابن يونس في تطور علم المثلثات، حيث قدّم فيه بحوثاً قيمة فاقت بحوث غيره من الرياضيين وأفادوا بها في تقدم علم المثلثات. فقد ظل ابن يونس – بحسب سيديو – يستعمل من سنة 369هـ / 979 إلى سنة 398هـ/1008م أظلالاً أي خطوطا مماسة، وأظلال تمام حسب بها الجداول الستينية التي وضعها. واستعمل بن يونس المسقط العمودي للكرة السماوية على كل من المستوى الأفقي ومستوى الزوال لحل مسائل وأعمال صعبة في المثلثات الكروية. وأوجد القيمة التقريبية لجيب (أ°)، واخترع حساب الأقواس لتريح من كثرة استخراج الجذور المربعة وتسهل قوانين التقويم. وهو أول من

وضع قانوناً فى حساب المثلثات الكروية يمكن به تحويل عمليات الضرب إلى عمليات جمع، فكان له أهمية كبـرى عنـد علمـاء الفلـك قبـل اعتمـاد اللوغاريتمات، إذ حلّ كثيراً من المسائل الطويلة المعقدة .

الفصل السابع

البيرونى

محمد بن أحمد أبو الريحان الخوارزمي البيروني، ولد سنة 362هـ-973م بضاحية "كات" من أعمال خوارزم. شب البيروني محباً للعلم والبحث، واستطاع قبل بلوغه العقد الثاني من عمره أن يجيد اللغات: العربية والسريانية اليونانية والفارسية، إلى جانب لغة خوارزم وفي فترة من حياته العلمية انتقل إلى الهند، وتعلم اللغة الهندية، ونقل إلى الهنود معارف المسلمين.

تعلم البيروني علي أبي سهل المسيحي الفلك والرياضيات والطب، وتعلم على العالم عبد الصمد بن عبد الصمد، وكان عالماً رياضياتيا وفلكياً، وتعلم على أبي نصر على بن الجبلي الذي اشتهر بنبوغه في الفلك وعلم حساب المثلثات، وكان من أفراد الأسرة الخوارزمية المالكة، علّم البيروني هندسة إقليدس، وفلك بطلميوس، وأهلّه لدراسة الفلك بصورة أعمق، فأظهر فيه نبوغاً مبكراً يشير إلى ذلك استعماله حلقة مقسمة إلى أنصاف درجات لرصد الشمس الزوالي في مسقط رأسه (كات) وتمكن من تعيين موقعها الجغرافي بالنسبة إلى خط العرض، ثم تمكن من رصد قلب الشمس الصيفي بحلقة جعل قطرها خمسة عشر ذراعاً .

نبغ البيروني في الفلك والرياضيات والفيزياء والطب والصيدلة والجغرافيا، والفلسفة، وألّف في هذه العلوم مؤلفات كثيرة، من أهمها في الفلك: كتاب الآثار الباقية عن القرون الخالية، وكتاب العمل بالإسطرلاب، وكتاب تحديد نهاية الأماكن لتصحيح مسافات المساكن. وكتاب القانون المسعودي، وكتاب تحقيق منازل القمر، وكتاب الآلات والعمل، وكتاب تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة في العقل أم مرذولة، ومقالة في تحديد مكان البلد باستخدام خطوط الطول والعرض. ويمكن تتبع اسهامات البيروني الفلكية فيما يلي:

قال البيرونى بكروية الأرض كما قال من سبقه من علماء اليونان كفيثاغورث الذى قدّم بعض الأدلة على كرويتها، إلا أنها كانت محل نقد وخاصة من مواطنه أرسطو. أما أدلة البيرونى وبراهينه على كروية الأرض فجاءت علمية منطقية تشير إلى صعوبة إثبات عكسها من ناحية، وتشير إلى عبقرية البيرونى من ناحية أخرى.

فالأرض على هيئة شبيهة بالكرة .. وشكلها الكروى بالضرورة، إلا أن تخرج عنه بأمر إلهى[1]. ويبتدئ البيرونى أدلته على كرية الأرض من القرآن الكريم الذى أشار إلى كرويتها من خلال تكوّر الليل والنهار بفعل دوران الأرض ككرة حول نفسها فى مواجهة الشمس، فيغمر الضوء سطحها المكور، فيكون النهار، ومع استمرار دوران الأرض يغمر الليل نفس السطح المكوّر، فيكون الليل، كما قال الله جلّ وعلى: ﴿ يُكَوِّرُ ٱلَّيۡلَ عَلَى ٱلنَّهَارِ وَيُكَوِّرُ ٱلنَّهَارَ عَلَى ٱلَّيۡلِۖ ﴾[2].

ولا يمكن تكوير الليل على النهار، ولا النهار على الليل، إلاّ إذا كانت الأرض كروية. والواقع يثبت ذلك إذ لو كانت الأرض مستقيمة، لسطعت عليها الشمس دفعة واحدة بدون شروق وغروب، أو عمها الظلام من أقصاها إلى أقصاها[3].

---

(1) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة فى العقل أم مرذولة، طبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر أباد الدكن، الهند 1958، ص224.

(2) الزمر 5.

(3) راجع البيرونى، القانون المسعودى طبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر أباد الدكن، الهند 1954، جـ 1، ص23.

ونحن إذا تأملنا مع البيروني كسوف القمر[1] أحسسنا حروفه بالإستدارة وخاصة إذا قسنا قطعة بين بدء الكسوف وتمامه وبين أول الإنجلاء وآخره .. علمنا أن الفصل المشترك بين ما يستضئ من الأرض وبينهما ينبعث الظل فيه هو دائرة، ثم ليست الكسوفات مقصورة من الشمال والجنوب على جهة واحدة، ومن الإنحراف فيهما على مقدار واحد، ومن الليل أيضا على وقت واحد، حتى يخص تلك الإستدارة موضع من الكاسف دون آخر. فلتكاثر تلك الفصول المشتركة واختلاف مواضعها من الأرض مع اتفاق أثرها في الظل عن القمر بالإستدارة، تزول الشبهة في أمر الأرض، وتثبت لها الإستدارة من جميع الجهات .

يتضح من النص أن البيروني يستدل أيضا على كروية الأرض بظاهرة خسوف القمر، فعندما تقع الأرض بين القمر والشمس، تضاء الأرض المواجهة للشمس، ويقع ظلها على القمر في صورة شبه كرة مستديرة.

وكذلك الماء فإن سطحها كما يقول البيروني[2]: مستدير وأصدق كرية من الأرض، لأنه إن توهم مستويا، كان وسطه أقرب إلى المركز من حواشيه. والمراكب في البحار تعد دليلاً ينفرد به الماء، حيث تظهر أعاليها للناظر إليها من بعيد قبل جثتها، والجثة أعظم منها لولا ان حدبة الماء الكرية تمنعها وتخفيها من انبطاحها، إلى أن يزول الستر،، فتظهر بالإقتراب .

ويمكن التحقق من إنحناء الأرض في الجهات التي بين خطي الطول والعرض تبعا للبيروني[3] بأطوال الأيام في المدن ومنها على سبيل المثال،

---

(1) البيروني، القانون المسعودي، جـ1، ص36.

(2) البيروني، القانون المسعودي. جـ1، ص 48 بتصرف.

(3) القانون المسعودي، 1/ 35 بتصرف.

بلدة بلغار فى أقصى الشمال، وبلدة عدن التى تبعد عنها جهة الجنوب فيذهب إلى أن أطول الأيام فى عدن يزيد قليلاً على أثنى عشر ساعة، وفى بلغار يقل عن سبع عشرة ساعة.. وهناك ساعتان فرق بين الشروق والغروب فى البلدتين، فحينما تشرق الشمس على عدن، تكون قد سطعت فى سماء بلغار إلى ارتفاع تقدر مدته بساعتين، ولذلك حين ينظر الراصد فى بلغار إلى شروق الشمس أو غروبها يشاهد جزءا من السماء بهذا القدر، ولا يراه فى سماء عدن، وذلك لوقوعه فى دائرة تحت القطب نفسه. وكذلك عند شروق الشمس وغروبها فى شتاء عدن، يرى الراصد نفس القدر من السماء، ولا يراه فى بلغار.

- والقائم فى محل من الأرض خال من أى شئ يمنع امتداد النظر إلى جميع جهاتها، يراها مستديرة، فكروية الأرض تخفى عن السائر فيها نحو الجبال أسافلها، ويرى أعاليها. ولو كانت الأرض غير كروية لرآها دفعة واحدة كما يقول البيرونى[1]: السائرفى أجواء المعمورة نحو الجبال تظهر له منها أعاليها كأنها تبرز من الأرض شيئا بعد شيئ حتى ينتهى إليها، وهذا ظاهر فى الوجود مستقيم منه الدلالة على أن الأرض والماء معاً فى الكرية.

أما دوران الأرض، فقد نادى بطلميوس فى العصر اليونانى بدوران الشمس حول الأرض. وظل هذا الرأى سائداً لقرون طويلة إلى أن جاء البيرونى وأثبت عكسه، وهو أن الأرض تدور أمام الشمس حول محورها. وهو الرأى الذى نادى به كوبرنيكوس فى العصر الحديث مدعيا أنه أول من اكتشفه، مع أن البيرنى قد نادى به وأثبته قبله بمئات السنين.

---

(1) المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

رأى البيرونى أن الأرض تدور حول محورها، ودليل ذلك تعاقب الليل والنهار، وينتج اختلاف الأوقات من مكان إلى آخر على الأرض نتيجة استدارتها[1]. ولو لم تكن الأرض مستديرة وتدور أمام الشمس حول محورها، لما اختلف الليل والنهار فى الشتاء والصيف.

وإذا كان الليل والنهار يتعاقبان نتيجة دوران الأرض أمام الشمس حول محورها، فإن تعاقب الفصول الأربعة: الصيف والخريف والشتاء والربيع يتعاقبوا نتيجة دوران الأرض حول الشمس دورة كاملة كل سنة، والسنة عند البيرونى[2] هى عودة الشمس فى فلك البروج إذا تحركت على خلاف حركة الكل إلى أى نقطة فرضت إبتداء حركتها، وذلك أنها تستوفى الأزمنة الأربعة التى هى الربيع والصيف والخريف والشتاء، وتحوز طبائعها الأربعة خلال سنة مقدارها ثلاثمائة وخمسة وستين يوماً وربع يوم.

وتتضح دورة الأرض[3] من مشاهدة تقاطعها مع زاوية معدل النهار، فتتنصف نصفيين، نصف البروج الشمالية فوق الأرض، والآخر نصف البروج الجنوبية تحت الأفق. ومع دوران الأرض حول الشمس تكون البروج الشمالية نورا متى كانت الشمس فيها، وظلاما للبروج الجنوبية، والعكس مع دوران الأرض. فظاهر على حسب قول البيرونى أن منطقة البروج تتنصف بتقاطعها مع معدل النهار، فيقع نصفها فوق الأفق ونصفها تحته، فأما من تحت

---

(1) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة .. ص222.

(2) البيرونى، الآثار الباقية عن القرون الخالية، طبعة مكتبة المثنى ببغداد بدون تاريخ، ص9.

(3) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة .. ص279.

القطب الشمالى فتظهر الشمس فوق الأفق، ولذلك يكون نهاراً له، وأما من تحت القطب الجنوبية فخفية تحت الأفق، ولذلك يكون ليلا له.

إن اختلاف الأوقات ناتج عن استدارة الأرض[1] كما قال البيرونى، واستدل على دورانها حول الشمس من التساوى بين الليل والنهار مرتين فى السنة، مرة فى الخريف، وأخرى فى الربيع. ويختلف طول الليل والنهار فى الشتاء والصيف، فالنهار ينتهى فى طوله عند تناهى قرب الشمس من القطب الشمالى، وينتهى فى قصره عند تناهى بعدها عنه. ويساوى ليل الصيف الأقصر نهار الشتاء الأقصر، وهذا يؤكده قول الله جل جلاله: ﴿يُولِجُ ٱلَّيۡلَ فِي ٱلنَّهَارِ وَيُولِجُ ٱلنَّهَارَ فِي ٱلَّيۡلِ﴾[2] أى يطول الليل ويأخذه من النهار، ويطول النهار ويأخذه من الليل فيُدخل طائفة من الليل فى النهار – فيقصر الليل ويطول النهار، ويُدخل طائفة من النهار فى الليل، فيقصر النهار ويطول الليل.

يتضح مما سبق أن البيرونى قال وأثبت دوران الأرض حول محورها وهو الشمس. ومن الجدير بالاعتبار أن العلم الحديث يؤكد على ما قال به وأثبته البيرونى "فالأرض تدور مثل بقية الكواكب الأخرى حول الشمس فى مدار اهليجى مرة واحدة فى السنة مستغرقة 365.25 يوماً تقريباً فينتج عن هذا الدوران الفصول الأربعة. وتدور الأرض حول محورها أمام الشمس مرة واحدة فى اليوم، فينتج الليل والنهار.

ومن أهم إنجازات البيرونى الفلكية أنه يُعد من أوائل العلماء الذين استطاعوا تحديد مقدار زاوية المحور أو الميل الأعظم Obliquity of the

---

(1) البيرونى، المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

(2) لقمان 29.

ecliptic الذى جعله البيرونى لتحديد المنقلبين الصيفى والشتوى، والإعتدالين الربيعى والخريفى، فهو من أهم علاقــات التــرابط بــين الــشمس والأرض "فالشمس تقرب من سمت رؤوس سكان معمورة الأرض فى ناحيــة الــشمال صيفا، وتبعد عنهم نحو الجنوب شتاءً، والميل الأعظم متى كــان إلــى رأس السرطان فهو الشمالى، ومتى كان إلى رأس الجدى فهو الجنوبى، والميل فــى هاتين الجهتين متساوى المقدار"[1].

ويشرح البيرونى كيفية تحصيل هذا الميل عن طريق رصد ارتفــاع الشمس على حسب قربها أو بعدها من خط الإستواء. فالأرض تــدور حــول الشمس، وهذا الدوران هو دائرة البروج التى تحوى اثنا عشر برجا ستة فــى نصفها الشمالى وهى: الثور والحمل والسرطان والجوزاء والأسد والــسنبلة، وستة فى نصفها الجنوبى وهى: الحوت والدلو والجدى والعقــرب والقــوس والميزان. وظاهر كما يقول البيرونى[2]: أن منطقة البروج تتصف بتقاطعهــا مع معدل النهار فيقع نصفها فوق الأفق ونصفها تحته، فما دامت الشمس فــى البروج الشمالية الميل فإنها تدور دوراً رحاوياً لأجل موازات المدارات اليومية الأفق كالمقنطرات. أما من تحت القطب الشمالى فظاهرة فوق الأفق، ولــذلك يكون نهاراً له. وأما من تحت القطب الجنوبى فخفية تحت الأفق، ولذلك يكون ليلا له. فإذا انتقلت الشمس الى البروج الجنوبية دارت رحاوية تحــت الأفــق فكان ليلاً لمن تحت القطب الشمالى ونهاراً لمن فى القطب الجنوبى .

فعندما تتعامد الشمس على مدار السرطان، يزداد طول النهار تدريجيا حتى يبلغ نهايته فى القطب الشمالى فينتهى فى طوله عند تناهى قرب الشمس

---

(1) البيرونى، الإصطرلاب، مخطوط دار الكتب المصرية رقم 914 فلك، ورقة 12و.

(2) تحقيق ما للهند من مقولة، ص278.

من القطب الشمالي وينتهي في قصره عند تناهي بعدها منه، ويساوي ليل الصيف الأقصر نهار الشتاء الأقصر. أما في الإعتدالين الربيعي والخريفي فتكون الشمس متعامدة على خط الإستواء، فيبلغ كل منهما الصفر، فيتساوى طول كل من الليل والنهار على سطح الكرة الأرضية مرتين في السنة مرة في الربيع والأخرى في الخريف.

ومن ذلك استطاع البيروني قياس زاوية ميل المحور التي ينتج عنها الفصول الأربعة، ودوران الأرض حول محورها والذي ينتج عنه الليل والنهار. وتوصل بتجاربه ومشاهداته والآلة التي ابتكرها لهذا القياس إلى أن مقدار زاوية المحور أو زاوية تقاطع معدل النهار تساوي 23.5 درجة، وهي نفس الدرجة التي أكدها العلم الحديث .

وفي البحث في الجاذبية Gravitation يذكر البيروني دوافعه وراء هذا البحث وهي أنه لم يجد في كتب ومؤلفات السابقين أي حديث عن الجاذبية، فالناس "في جميع مواضع الأرض على حالة واحدة ليس عندهم ما ذكرنا خبر"[1] أي ليس لديهم أي بحث في الجاذبية. ومن هنا يعد البيروني أول عالم يبحث في الجاذبية، ويثبت أن للأرض جاذبية، ويدلل على ذلك بأن الشخص المعلق في السقف ليس كالشخص الثابت على الأرض، فالأول يواجه السقوط إلى أسفل، ويدرك الآخر أنه مستوى ومستقر" فليس أحد المتقاطرين من سكانها كالمستقر على القرار عارف من نفسه حال الاستواء، والآخر كالمشدود كرها على السقف يعرف من نفسه الانتكاس والإضرار، وليس

---

(1) البيروني، القانون المسعودي، 1/ 44.

أحدهما إذا انتقل إلى مكان الآخر بواجد فيه ما كان يجده ذلــك[1] ". فالجــسم يسقط إلى الأرض تبعا لحجمه ومسافة أو قوة السقوط، وهذا صادر عن قوانين صحيحة كما يقول البيروني[2] تجعل الأشياء الثقيلة تقع إلى الأرض، وذلك لما فى طبعها من إمساك الأشياء وحفظها، فالأرض تمسك ما عليها لأنهــا مــن جميع الجهات سفل، فالبذور تنزل إليها حيث ما رمى بها ولا تــصعد عنهــا، وإن رام شيئ عن الأرض مسفولا فليسفل، فلا سافل غيرها.

لكن هل الأرض لها قوة جاذبية واحدة فى جميــع أرجائهــا؟ يجيــب البيرونى بالنفى، ويقرر أن [3]: جاذبية الأرض تختلف عند خط الاستواء عما عداه من أرجاء الأرض، فلو أنزلنا حجرا على خط الاستواء لنزل مع المحور بزاوية قائمة، وليس ذلك بمشاهد إلا فى خط الاستواء، وأما فى سائر الــبلاد فإنه يحيط مع المحور بزاوية حادة. ويرجع هذا إلى أن قطر الأرض الواصل بين قطبيها أقصر من قطرها عند خط الاستواء، وذلك لعدم تمــام كرويتهــا، فتختلف جاذبية الأرض للجسم باختلاف مكانه من سطحها، فيكون أصغر مــا يكون على محيط خط الاستواء فيسقط عموديا، ويكون وزنه أكبر ما يكــون عند أحد القطبين فيسقط بزاوية حادة .

يتضح مما سبق أن علم الفلك الحديث لايخرج عما ناد به البيرونــى وأثبته بخصوص الجاذبية الأرضية، فلم يسبقه أحد إلى أى حديث فى ذلــك، لذا يُعد هو أول من اكتشف وأثبت جاذبية الأرض، وليس نيــوتن الانجليــزى

---

(1) البيرونى، المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

(2) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة، ص227.

(3) البيرونى، القانون المسعودى، 1/ 46 .

(1642-1727)، وأن هذه الجاذبية تبعا للبيروني تختلف عند خط الاستواء عن قطبيها الشمالي والجنوبي. وكل ما فعله نيوتن في العصر الحديث هو أنه صاغ تفسيرات البيروني للجاذبية في صورة قانون علمي ينص على أن كل جسم مادي يجذب كل جسم مادي آخر بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلة كل منهما، وعكسيا مع مربع البعدين عن مركزي ثقلهما .

ولا غرابة إذا علمنا أن نيوتن قد صاغ هذا القانون بناءً على توجيهات البيروني الذي صرّح بأنه يُخلي تصانيفه من القوانين والمثالات، وذلك ليجتهد الناظر فيها ما أودعته فيها من كان له دربه واجتهاد وهو محب للعلم، ومن كان من الناس على غير هذه الصفة، فلست أبالي له. فهم أم لم يفهم.

كذلك لم يكن الفلكي الفرنسي لابلاس (1749- 1827) ونيوتن الانجليزي هما أول من شرحا وبيّنا ظاهرة المد والجزر Tides، بل سبقهما إلى ذلك البيروني، وهاك المؤيدات:

كعادته في دراسة أي ظاهرة يتبدئ البيروني بالاطلاع على تراث سابقيه من الحضارات الأخرى. وفي دراسته للهند وجد معرفة الهنود بظاهرة المد والجزر محصورة في صورتين، الأولى خرافية يأخذ بها العامة، والأخرى طبيعية ويتبناها العلماء، ولكنهم لم يستطيعوا الوصول إلى تفسير علمي لها كما يقول[1]: إنه سمع من الهنود أن ماني اعتقد أن في البحر عفريتا يكوّن المد والجزر من تنفسه جاذبا ومرسلاً. وأما خاصتهم فيعرفونها في اليوم بطلوع القمر وغروبه، وفي الشهر بزيادة نوره ونقصانه، وإن لم يهتدوا للعلة الطبيعية منهما .

---

(1) البيروني، تحقيق ما للهند من مقولة، ص430.

ومن إحدى مدن الهند التى عرفت بصاحبة القمر لتأثيره فى ارتفاع وانخفاض الماء بها، وهى مدينة سومنات، يبدأ البيرونى فى دراسة ظاهرة المد والجزر، مفسرا لها، وشارحا لأسباب حدوثها، فيرى أن لتأثيرات القمر فى البحار والرطوبات حالات دائرة فى أرباع الشهر واليوم بليلته[1]، فمن دوران القمر حول الأرض دورة كاملة كل شهر وبتأثير أشكاله المختلفة من بدر وهلال وتربعين أول وثان، وفى أوقاتهم يحصل المد، كما يحدث مرتين فى اليوم صباحا ومساءً فى مكان نتيجة دورة القمر الظاهرية. ويحدث الجزر مرتين إحداهما بعد الظهيرة والأخرى، بعد منتصف الليل. ويظهر من المد والجزر أن القمر مواظب على خدمة البحر ونظافة.شواطئه على حد قول البيرونى[2] : فكلما طلع القمر وغرب، ربا ماء البحر بالمد فغرقه، وإذا وافى نصف النهار والليل نضب الجزر فأظهره، وكأن القمر مواظب على خدمته وغسله.

ويوضح البيرونى تأثير المد والجزر فى الطبيعة، فيقرر بناءً على دراساته ومشاهداته أن[3]: الجزائر تنشأ وتبرز من الماء ككثيب رمل مجتمع، وتزداد ارتفاعا وانبساطا وتبقى حينا من الدهر، ثم يصيبها الهرم فتنحل عن التماسك وتنتشر فى الماء كالشئ الذائب وتغيب، وأهل تلك الجزائر ينتقلون من الجزيرة الهرمة التى ظهر فسادها إلى الفتية الطرية التى قرب وقت ظهورها .

---

(1) البيرونى، تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، تحقيق ب. بولجاف، مراجعة إمام إبراهيم أحمد، معهد المخطوطات العربية 1962، ص27.

(2) البيرونى، تحقيق ما للهند من مقولة، ص431.

(3) البيرونى، القانون المسعودى 1، 291 .

واستطاع البيروني قياس ارتفاع الماء في البحار أثناء المد، والذي يغشي الشط، والجزر الذي يغشى أكثر أماكن البحر الأخرى، وقدره بحوالي واحد وستين ذراعا" فاللجة ووسط الماء إذا ارتفع بنيف وستين ذراعا غشى الشط، والأرجل منه أكثر مما هو مشاهد"[1] وإذا علمنا أن مقدار الذراع على أيام البيروني يساوى أربعين سنتيمترا، فإن ارتفاع الماء أثناء المد يبلغ حوالي أربعة وعشرين مترا، وهذا قريب جدا من القياس الحديث.

ومن المسائل الفلكية المهمة التي شغلت الفلكيين، قبل البيروني وبعده، مسألة قياس محيط الأرض. وبعد أن اطلع البيروني على قياس سابقيه وتعرض بالنقد لبعضه، سجل لنا طريقته في قياس محيط الأرض والذي أخرجه مقترباً إلى حد كبير مما يأخذ به العلم الحديث، بل ووضع قاعدة لقياس محيط الأرض تعرف حتى الآن بقاعدة البيروني .

وفي معرفة ذلك على حد قوله[2]: طريق قائم في الوهم صحيح بالبرهان، والوصول إلى عمله صعب لصغر الإصطرلاب، وقلة مقدار الشئ الذي يبنى عليه فيه، وهو أن تصعد جبلاً مشرفا على بحر أو بريّة ملساء وترصد غروب الشمس، فتجد فيه ما ذكرناه من الإنحطاط نفسه، ثم تعرف مقدار عمود ذلك الجبل وتضربه في الجيب المستوى لتمام الإنحطاط الموجود، وتقسم المجتمع على الجيب المنكوس لذلك الانحطاط نفسه، ثم تضرب ما خرج من القسمة في اثنين وعشرين أبدا، وتقسم المبلغ على سبعة، فيخرج مقدار إحاطة الأرض بالمقدار الذي به قدرت عمود الجبل.

---

(1) المصدر نفسه، الصفحة نفسها.

(2) البيروني، الإصطرلاب، ورقة 932.

وبعد أن سطر البيرونى طريقته هذه فى قياس محيط الأرض نظريـا فى كتابه الاصطرلاب، نجده يخرجها إلى حيز التطبيق ويصفها فى القـانون المسعودى بأنه أراد تحقيق قياس المأمون فاختار جبلا فى بلاد الهند مـشرفا على البحر وعلى بريّة مستوية، ثم قاس ارتفاع الجبل فوجـده 652 ذراعـا وقاس الإنحطاط فوجده 34 دقيقة، فاستنبط أن مقدار درجته من خط نـصف النهار يساوى 58 ميلاً على التقريب. وحاصل امتحانى هذا يكفى دلالة علـى ضبط القياس المستقصى الذى أجراه الفلكيون فى أيام المأمون. وهذا الحساب الذى أجراه البيرونى بجداول اللوغاريتمات وجده 56.92 ميلا هكذا:

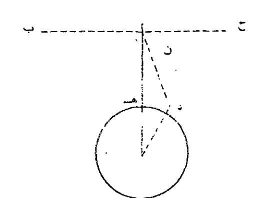
محيط الدائرة = 2 ط نق $79.357 = 2 \times \frac{22}{7} \times$ نق

نق = $\frac{7 \times 79.357}{22 \times 2} = \frac{7 \times 79.357}{44} = 56.92113636$

= 56.92 ميلاً تقريباً.

وقد برهن العلم الحديث على طريقة البيرونى لقياس محـيط الأرض بقاعدته المشهورة حتى اليوم هكذا[1]:

(1) كارلو نيلينو، علم الفلك، تاريخه عند العرب فى القرون الوسطى، طبعة روما 1911، ص291-292



لنفرض كما في الشكل أ قمة جبل ما، وخط أ هـ عموده أي ارتفاعه وهو خط يصل امتداده إلى نقطة ع هي مركز الأرض، ثم نرسم خط ب م عمودا على أ ع موازيا لأفق قمة الجبل، ونرسم أيضا خط أد المماس لمحيط الدائرة على نقطة د. ولما كان يبرهن في الهندسة أن الخط المستقيم المماس لدائرة ما عموداً على نصف القطر الواصل إلى نقطة التماس، يكون أ د عمودا على ع د ، ومثلث أدع يكون قائم الزاوية على نقطة د. أما زاوية ج أ د فهي ما يسميه البيروني انحطاط الأفق. ومن الواضح أنها تمام زاوية ع أ د ، أي أنها تعادل زاوية أ ع د، فإذا أشرنا بحرفي نق إلى نصف القطر الذي تنسب إليه الخطوط المساحية، وحرف ر إلى نصف قطر الأرض، وبحرف ف إلى ارتفاع الجبل، وبحرف ن إلى الإنحطاط، ينتج من قواعد حساب المثلثات المستوية:

$$\text{جـا ع أد} = \text{جتا ج أ د} = \text{جتا ن} = \text{نق}\ \frac{\text{دع}}{\text{اع}} = \text{نق}\ \frac{\text{ر}}{\text{ر + ف}}$$

$$\text{نق ر} = \text{جتا ن}\ (\text{ر + ف}) = \text{ر جتا ن} + \text{ف جتا ن}$$

$$\text{نق ر} - \text{ر جتا ن} = \text{ف جتا ن} \qquad \text{ر}\ (\text{نق} - \text{جتا ن}) = \text{ف جتا ن}$$

فينتج ر = $\frac{\text{ف جتا ن}}{(\text{نق} - \text{جتا ن})}$

وهذه المعادلة الأخيرة هى قاعدة البيرونى لأن الجيب المنكوس عبارة عن نصف القطر المنقوص منه جيب تمام الزاوية المفروضة، فإن ضربنا ر فى ط أى فى $\frac{22}{7}$ كان الحاصل مقدار محيط الأرض.

الفصل الثامن

ابن الشاطر

علاء الدين على بن إبراهيم بن محمد بن الهمام بن حسان بن ثابت الأنصارى الأوسى المدنى المؤقت المطعّم ابن الشاطر، عربى أصيل يرتد نسبه إلى قبيلة الأوس بالمدينة. ولد بدمشق سنة 704هـ / 1304م، وتوفى بها سنة 777هـ / 1375م. وما بين المولد والوفاة حياة حافلة بالإنجازات العلمية المنسوبة إليه حتى اليوم. بدأ حياته، بعد وفاة والده وهو فى سن السادسة، بتعلم فن تطعيم العاج على يد زوج خالته وابن عم أبيه الحسن بن الحسين بن إبراهيم بن يوسف الشاطر، واكتسب لقبه "ابن الشاطر" من هذا الرجل. ولُقب أيضا بـ "المطعّم" نسبة إلى صناعة تطعيم العاج تلك التى أتقنها واشتهر بالتجارة فيها حتى جمع منها ثروة كبيرة مكنته من أسفاره ورحلاته العلمية إلى كثير من بلاد العالم، ومنها بلاد الشام ومصر التى درس فيها الرياضيات والفلك. أما لقب "المؤقت" فيرجع إلى توليه وظيفة التوقيت ورئاسة المؤذنين فى الجامع الأموى بدمشق لفترة طويلة من حياته .

درس ابن الشاطر واطلع على تراث سابقيه فى الفلك اليونانى، وترجم منه بعض الأعمال. كما درس الأعمال الفلكية لمن سبقوه من الفلكيين الإسلاميين أمثال: قطب الدين الشيرازى، ومؤيد الدين العرضى الدمشقى، ومحيى الدين المغربى، والحسن بن الهيثم، واستفاد كثيراً من مدرسة "مراغة" الفلكية ورئيسها نصير الدين الطوسى الذى انتقده ابن الشاطر فى مواضع، تماماً مثلما تعرض بالنقد فى مواضع أخرى لكل من سبقه ودرسه من الفلكيين، اليونانيين منهم والمسلمين، الأمر الذى أدى به إلى تصحيح بعض النظريات الفلكية القديمة، ثم تدشين نظرية فلكية مبتكرة، وتطوير الآلات الفلكية وتصميم وابتكار أخرى أسست لعلم الفلك الحديث كما سيأتى .

ويتضح مدى اسهام ابن الشاطر فى تطور علم الفلك من مؤلفاته الفلكية الرائدة، فقد عددت له المصادر ما يربو على أربعين مؤلفاً فلكياً ورياضياتيا، بعضها فُقد لم يصل إلينا، وأهمها ما زال مخطوطاً لم يحقق، ومنها: أرجوزة فى الكواكب، الأشعة اللامعة فى العمل بالآلة الجامعة، إيضاح المغيب فى العمل بربع المجيب، تحفة السامع فى العمل بالربع الجامع، تسهيل المواقيت فى العمل بصندوق اليواقيت، تعليق الأرصاد، جدول لأرض شمال فى معرفة الغاية ونصف القوس والحديد، رسالة الإسطرلاب، رسالة فى العمل بالمربعة، رسالة فى العمل بالربع الجامع، رسالة فى أصول علم الإسطرلاب، رسالة فى العمل بالربع العلائى، رسالة فى العمل بربع الشكازية، رسالة فى العمل بدقائق اختلاف الآفاق المرئية، رسالة فى الهيئة الحديدة، رسالة فى باب السهام، الروضات المزهرات فى العمل بربع المقنطرات، الزيج الجديد، كشف المغيب فى الحساب بالربع المجيب، كفاية القنوع بالربع المقطوع، مختصر فى العمل بالإسطرلاب وربع المقنطرات وربع المجيب، النجوم الزاهرة فى العمل بالربع المجيب بلا مرى ولا دائرة، نزهة السامع فى العمل بالربع الجامع، النفع العام فى العمل بالربع التام لمواقيت الإسلام، نهاية السؤال فى تصحيح الأصول، نهاية الغايات فى الأعمال الفلكيات .

بقيت مؤلفات ابن الشاطر هذه، لاسيما المتخصصة فى الإسطرلاب والمزاول الشمسية ذات شهرة واسعة لقرون عديدة، وصارت مصدراً موثوقاً للتوقيت فى مختلف الأقطار الإسلامية. ولم يأت هذا من فراغ، فلم يشتغل ابن الشاطر بعلم الفلك إلا بعد اتقانه عدة علوم مكملة له، وتمرسه بوضع آلاته وابتكار الجديد منها كما يقول: "وفقني الله للاشتغال فى هذا العلم ويسّره عليّ

بعد إتقان الحساب والمساحة والهندسة، ووضع الآلات الفلكية وابتكار كثير منها "[1]، وذلك فيما سيتضح فيما سيأتى .

سادت نظرية بطلميوس الفلكية حتى عصر ابن الشاطر. ومؤداها أن الأرض مركز الكون والأجرام السماوية تدور حولها. وكان علماء الفلك المسلمين قبل ابن الشاطر يشككون فى هذه النظرية لكنهم لم يعدلوها، حتى جاء ابن الشاطر وسجل مشاهداته وأجرى تجاربه التى أثبتت خطأ هذه النظرية على حد قوله[2]: "إن الأجرام السماوية لا يسرى عليها هذا النظام الذى وضعه بطلميوس، فعلى سبيل المثال ذكر أنه إذا كانت الأجرام السماوية تسير من الشرق إلى الغرب، فالشمس إحدى هذه الكواكب تسير، لكن لماذا يتغير طلوعها وغروبها؟ وأشد من ذلك أن هناك كواكب تختفى وتظهر سمّوها الكواكب المتحيرة، لذا فإن الأرض والكواكب المتحيرة تدور حول الشمس بانتظام، والقمر يدور حول الأرض".

فأثبت ابن الشاطر أن الأرض ليست هى مركز العالم، بل الشمس هى التى تقع فى مركزه، والكواكب تدور حولها، ووضع نظرية حركة الكواكب، وتمكن من تحديد مدارى "عُطارد" و "القمر" اللذين حيرّا علماء الفلك طويلاً، ووضع لحركتيهما نموذجين مثّلا أول ابتكار غير بطلمى يتحقق فى مسيرة علم الفلك الحديث. وهذا ما أخذه الفلكى البولندى كوبرنيكس (1473 – 1543)

(1) ابن الشاطر، الزيج الجديد، مخطوط المكتبة الظاهرية بدمشق رقم 3095، ورقة 93.

(2) ابن الشاطر، نهاية السؤال فى تصحيح الأصول، مخطوط مكتبة لايدن رقم 1116، ورقة 11 ظ.

ونسبه لنفسه زوراً وبهتانا، ونادى به فى العصر الحديث واُشتهر بالنظام الكوبرنيكى Copernican System بعد ابن الشاطر بقرنين من الزمان .

ابتكر ابن الشاطر وطوّر العديد من الآلات الفلكية. وتشير "الآلة الجامعة" المحفوظة فى المكتبة الوطنية بباريس إلى أنه بدأ صناعة الآلات الفلكية وهو شاب، حيث يرجع تاريخ هذه الآلة إلى سنة 738هـ / 1337م. وتشير "ساعة ابن الشاطر" المحفوظة بالمكتبة الأحمدية بحلب إلى إستمراره فى صناعة الآلات الفلكيةحتى قبيل وفاته ، حيث يرجع تاريخ هذه الساعة إلى سنة 767هـ/ 1965م .

واُشتهر ابن الشاطر بالرصد فى مرصده بالشام، وقدم نماذج فلكية فى الأزياج بعد أن دققها بطريق المشاهدة والتجارب والاستنتاج الغائب. وفى كتابه "العمل بالربع العلائى" يقرر ابن الشاطر أنه يفوق على الربع المشهور لسهولة العمل به وقربه للصحة، وذلك بسبب كوّن المركز لا يخرج من سطح الربع. وفى مقدمة الكتاب يشرح ابن الشاطر ما احتواه من رسوم حتى يمكن العمل به، ومن رسومه[1]: القطب وهو الثقب الذى فيه الخيط، ويسمى الخط الأيمن خط المشرق والمغرب بالنسبة إلى البروج الشمالية وهو خط نصف النهار بالنسبة للبروج الجنوبية. ويسمى الخط الأيسر خط نصف النهار بالنسبة للبروج الشمالية وخط المشرق والمغرب بالنسبة للبروج الجنوبية. وقوس الارتفاع معلوم المدار الأسفل المحيط بأطراف المقنطرات. ومدار الحمل بالنسبة للبروج الشمالية هو مدار الجدى بالنسبة للبروج الجنوبية، والمدار الأعلى منه هو مدار الإعتدالين بالنسبة للجنوبية، وهو مدار السرطان بالنسبة للشمالية.

---

(1) ابن الشاطر، الربع العلائى، مخطوط مكتبة اكسفورد، رقم1. 1030، ورقة 92.

وتنقسم المقنطرات فى هذا الربع على أقسام، منها: القسى الأخذة منها من القوس الأيمن إلى الخط المحيط بها، ثم تطوى هذه من الخط المذكور متصلة الأطراف إلى الخط الأيسر، ونهايتها إلى مدار عرض البلد الموضوع له. وبقية هذه المقنطرات من الخط الأيسر إلى القوس المحيط بالربع، وينتهى بعضها إلى مقاطعة القوس المحيط بها مع الخط الأيسر، ثم تكوّن بعد ذلك أنصاف دوائر مراكزها على الخط الأيسر، ونهايتها عند نقطة فى أصغرها تسمى سمت الرأس، وجميع هذه المقنطرات مخصوصة بالبروج الشمالية. ومنها مقاطعة لهذه آخذه من المدار الأعلى إلى المدار الأسفل المحيط بها، وبقيتها من الأعلى إلى الخط الأيمن. وأول هذه يقال له الأفق المقاطع للمدار الأعلى مع الخط الأيسر، ومع محدث الأفق أيضاً تنتهى إلى الأيسر، ويقال لها مقنطرات الإنحطاط. وليس فى هذا الربع مقنطرات جنوبية إلا هذه فقط[1].

وهذه المقنطرات المقدم ذكرها فى هذا القسم هي مقنطرات البروج الجنوبية، ثم من أعلى هذا الربع مدار صغير موضوع عليه مقنطرات آخذه منه إلى الخط الأيمن أو الأيسر بحيث الاختيار فى الوضع، وأولها يسمى الأفق، وأعدادها مكتوبة على الخط الموضوعة عليه. وهذه تمام المقنطرات للأبعاد الجنوبية، وفائدتها تظهر فى ذلك العمل.

أما المنطقة فقد وضعتها على خلاف ذلك، أى شكل الهلال. وأما قوس العصر فهو قطعتان أحدهما يقوسه مما يلى الخط الأيمن وهو بمصر مختص بالبروج الشمالية. والآخر فقوسه مما يلى الخط الأيسر وهو بمصر مختص بالبروج الجنوبية. وكلاهما بين المدارين المتقدم ذكرهما .

(1) ابن الشاطر، الربع العلائى، ورقة 3 ظ.

تلك هي الرسوم أو الأشكال التي احتوتها آلة ابن الشاطر "الربع العلائي" فإذا أردت معرفة الميل وغاية الإرتفاع، فما عليك – كما يقول ابن الشاطر[1]: إلا أن تعلّم على درجة الشمس بالمري في المنطقة، وذلك معلوم، ثم انقل الخيط إلى خط وسط السماء للبروج التي فيها الشمس، فما قطع المري من عدد المقنطرات فهو الغاية، وما بينه وبين مدار الاعتدال فهو الميل لذلك الجزء.

وإذا أردت معرفة سعة المشرق، فضع الخيط على مقاطعة مقنطرة الميل من مدار الاعتدالين، فما قطع الخيط من قوس الارتفاع فهو سعة المشرق.

ولمعرفة الارتفاع الذي لاسمت له: ضع الخيط الأيمن على أول قوس الارتفاع، وعلم بالمري مقاطعة مقنطرة الميل، وانقل الخيط إلى خط نصف النهار الشمالي، فما قطع المري من أجزائه مبتدءاً من المدار الأعظم، فهو المطلوب[2].

وفي هذا الكتاب بيّن ابن الشاطر أيضاً كيفية معرفة الدائر لكل ارتفاع، ومعرفة ارتفاع العصر والدائر بين الظهر والعصر، ومعرفة السمت لكل ارتفاع، ومعرفة كم سمت القبلة في مكة، والطريق فيه أن[3]: تضع الخيط على خط نصف النهار الشمالية، ثم ابعد عن المحيط من أجزاء مسطرة الأبعاد بقدر عرض مكة وعلّم بالمري، ثم انقل الخيط حتى يكون بينه وبين خط نصف النهار الشمالية بقدر فضل ما بين الطولين من أجزاء القوس، وانظر ما وافق المري من مقنطرات البروج الشمالية، فما كان يسمى ارتفاع سمت

---

(1) المصدر نفسه، ورقة 5 وجه.

(2) المصدر نفسه، ورقة 7 ظ.

(3) المصدر نفسه، مواضع مختلفة.

رؤوس مكة على أفق بلدنا، فاحفظه واستخرج له السمت، وطريقته: أن تضع الخيط على خط نصف نهار الشمالية، وابعد عن المحيط من مسطرة الأبعـــاد بقدر الارتفاع الذى استخرجت واحفظه وعلّم بالمرى عند نهايته ثـم حــرك الخيط حتى تضع المرى على مقنطرة بقدر عرض مكة، فما قطع الخيط مــن أول قوس الارتفاع فهو سمت مكة .

ولمعرفة استخراج الجهات والقبلة، فاستخرج سمت الوقت واعــرف جهته، فإن كان جنوبياً شرقياً أو شمالياً غربياً، فضع الخيط على مثله من أول قوس الارتفاع. وإن كان شمالياً شرقيا أو جنوبياً غربياً فضع الخيط على مثله من آخر قوس الارتفاع، ثم ثبت الخيط على ذلك ، وضع الربع علـــى أرض مستوية وعلق فى يديك خيطا فيه شاقولا، وحرك الربع يمنة ويسرة حتى يستر ظل الخيط المعلق والخيط الذى على السمت فحينئذ يكون أحد خطـــى الربـــع الذى ابتدأت منه بالسمت هو خط المشرق والمغرب ، ويكون الآخــر خــط نصف النهار ، ولن يخفى عليك تعيين الجهات الأربع لأن العامل بهذا الربـــع ينبغى أن يكون له اشتغال ، فإذا تعينت الجهات الأربع، فاخرج مــن الربـــع الذى فيه القبلة بسمت القبلة يحصل المطلوب .

ومن استخراج الجهات وتحديد القبلة أراد ابن الـشاطر وضــع آلـــة تختص بتحديد المواقيت وخاصة الشرعية فى الإسلام، وقد فعل وابتكــر آلـــة تحديد الأوقات الشرعية الإسلامية، وصنف لها كتابا خاصا أسماه "الربع التام لمواقيت الإسلام" قال فيه[1]: "لقد أمعنت النظر فى الآلات الفلكية الموّصلة إلى

---

(1) ابن الشاطر، الربع التام لمواقيت الإسلام، مخطوط مكتبة اكسفورد رقم 1.932، ورقة ٢ ظ

معرفة الأوقات الشرعية ومنها الإسطرلابات والشكازية والزرقالة والأرباع المقنطرة والمجيبة . ووددت صنع آلة تخرج بها جميع الأعمال بسهولة ووضوح يستغنى برسمها عن المرى، واستنبطت هذه الآلة وسميتها الربع التام لمواقيت الإسلام".

يتبين مما سبق أن ابن الشاطر قد ساهم مع غيره من علماء الفلك المسلمين فى إعادة صياغة هيئة بطلميوس الفلكية، والتى مهدت لنظريات فلكية جديدة أسست لعلم الفلك الحديث. إلا أن ابن الشاطر قد انتهج نهجا خاصا تميز به عن الفلكيين المسلمين، ولذا يعد الرائد والمقدم الأول دون إجحاف تبعا للألمانى بيتر شمالتسل .

فلقد اكتشف ابن الشاطر وأثبت أن حركة الكواكب تتخذ شكلا اهليجيا، بمعنى أنها تتحرك فى مدارات شبه دائرية. ولقد أكدت النظريات الفلكية الحديثة ما أثبته ابن الشاطر، وخاصة قانون كبلر الفلكى الأول .

ورأى ابن الشاطر أن الأجسام تستمر على حالتها من السكون أوالحركة وفى استقامة ما لم يؤثر عليها مؤثر. وهذا الرأى أخذه نيوتن الإنجليزى وصاغه فى صورة قانونه الفيزيائى الأول القائل. " كل جسم يستمر فى حالته من السكون أو الحركة المنتظمة فى خط مستقيم مالم يؤثر عليه مؤثر خارجى " .

وفى المدخل إلى تاريخ العلم يقرر جورج سارتون أن ابن الشاطر درس حركة الأجرام السماوية بكل دقة وعناية، فأثبت أن زاوية انحراف البروج تساوى 23 درجة و 31 دقيقة، وذلك فى سنة 1315م (القرن الثامن

الهجرى) مع العلم أن القيمة الصحيحة التى اهتدى إليها علماء القرن العشرين بواسطة الحاسب الأليكترونى هى 23 درجة، و 31 دقيقة، 19.8 ثانية .

وأكد ديفيد كينج أن كوبرنيكس أخذ كثيراً من النظريات الفلكية المنسوبة إليه من ابن الشاطر، إذ قال في " قاموس الشخصيات العلمية " الصادر سنة 1950: أثبت الكثير من النظريات الفلكية المنسوبة لنيكولاس كوبرنيكس، والتى أخذها من العالم المسلم ابن الشاطر . واتضح بعد ذلك بالكشف الدقيق العثور على مخطوطة عربية لابن الشاطر سنة 1973 فى مسقط رأس كوبرنيكس ببولندا، أتضح منها أن كوبرنيكس كان يستنسخ مخطوطات ابن الشاطر وينسبها إلى نفسه .



نتائج الدراسة

سجلت فى بعض صفحات هذا الكتاب بعض الإستنتاجات والنتائج التى لم يتحتم تأجيلها. وبعد أن استعرضت كل جوانب الموضوع - من وجهة نظرى – علىّ الآن أن استخلص النتائج من خلال الإجابة على التساؤل الرئيس الذى طرحته فى مقدمته ، ويمكن الوقوف على ذلك من خلال النتائج التى أطرحها فيما يلى :

أوضحت الدراسة كيف اهتم المسلمون بالفلك كعلم ينظر فى حركات الكواكب الثابتة والمتحركة والمتحيرة ويستدل من تلك الحركات على أشكال وأوضاع الأفلاك التى لزمت عنها هذه الحركات المحسوبة بطرق هندسية، وبنى علماء الفلك المراصد الفلكية ، ووصنعوا آلات الرصد ، وألفوا الأزياج الجديدة ، وهى عبارة عن جداول حسابية تبين مواقع النجوم وحركاتها ، وكانت آلات الرصد تصنع فى العصر العباسى بمدينة حران، ثم انتشرت صناعتها فى جميع أنحاء الخلافة العباسية منذ زمن المأمون ، وأهمها : اللبنة، والحلقة الاعتدالية ، وذات الأوتار والأسطرلاب . وعكف علماء الفلك فى المراصد على الدراسة والرصد والتأليف ، فجاءوا بآراء ونظريات أصيلة عبرت بحق عن روح الإسلام وحضارته وأفادت منها الإنسانية جمعاء .

فالفزارى استطاع أن يصنع أول أسطرلاب فى الإسلام وألف فيه كتابين مهمين هما: كتاب العمل بالإسطرلاب ذات الحلق السماوية ، وكتاب العمل بالإسطرلاب المسطح ، إلى جانب مؤلفات أخرى مثل كتاب المقياس للزوال وكتاب الزيج ، ووضع جداول فلكية على سنين المسلمين . وبيّنت الدراسة كيف عمل أفراد جماعة بنى موسى بن شاكر مجتمعين على وضع – أزياج (جداول) الفلك " المجربة " أو " المأمونية " كما سموها . ومع مرور

الوقت فى الانشغال بالعمل العلمى النظرى والتطبيقى تطورت أساليب بنى موسى العلمية إلى الدرجة التى مكنتهم من القيام بأول وأهم وأخطر عمل علمى جماعى بالنسبة لهم ولا تقل أهميته بالنسبة لتاريخ العلم العربى الإسلامى والعالمى على وجه العموم ، ألا وهو قياس محيط الأرض . وكان المأمون قد سألهم القيام بهذه المهمة العلمية الشاقة لما رآه فى علوم الأوائل من أن دورة كرة الأرض أربعة وعشرين ألف ميل، فأراد أن يقف على حقيقة ذلك. ورأس محمد بن موسى الجماعة العلمية التى تصدرت لذلك الغرض، والتى ضمت إلى جانب أخويه أحمد والحسن مجموعة من الفلكيين والمساحين. وقد اختارت الجماعة مكانين منبسطين أحدهما صحراء سنجار، غربى الموصل، والأخر أرض مماثلة بالكوفة. وقد اقتضت طريقة الجماعة أن ينطلق فريقان من جهة ما، فيذهب فريق إلى ناحية الشمال، وآخر إلى الجنوب، بحيث يرى الأول منهما صعود "التيس الفتى"، والثانى هبوطه. ثم تحسب درجة خط الطول (Merdian) بواسطة قياس المسافة بين الفريقين المراقبين، وكانت النتيجة دقيقة للغاية، فقد توصلت الجماعة فعلاً إلى أن محيط الأرض يساوى 66 ميلا عربياً، وهذا ما يعادل 47.356 كيلومتراً لمدار الأرض. وهذه النتيجة قريبة من الحقيقة إذ مدار الأرض الفعلى يعادل 40.000 كيلو متر تقريباً .

أوضحت الدراسة أن هذا العمل فضلا عن كونه من الأعمال العلمية الجماعية المهمة التى قامت بها جماعة بنى موسى شاكر ، فإنه أول قياس حقيقى للأرض عرفه العالم ، لأن طريقة بنى موسى قد اختلفت عن طريقة ايراتوستيناس اليونانى الذى اعتبر أول من حاول قياس محيط الأرض عن طريق زاوية أشعة الشمس، ويبدوا أن مهمة قياس محيط الأرض التى فرغت

منها الجماعة بنجاح، كانت حافزاً على بناء مرصد خاص بأعضائها بقـرب جسر القرات عند باب التاج، حيث المئذنة الملتوية إلى أعلى، والتى تم تثبيت آلات الرصد فوقها. وفيه قام أعضاء الجماعة بأجراء قياسات فلكية دقيقة مثل استخراجهم حساب العرض الأكبر من عرض العمر، فاقت قياسات بطميوس، وخالد بن عبد الملك المروزى، فلكى قصر الخليفة، كما نالت هذه الأرصـاد تقدير واهتمام الفلكيين اللاحقين لبنى موسى، فبعد مرور حوالى قرن ونصف من الزمان، نرى البيرونى يصرح بأهمية أرصاد جماعة بني موسـى بـن شاكر، وبفضلها عليه .

وبينت الدراسة كيف عكف الفرغانى فى مرصد الشماسية على دراسة علم تسطيح الكرة عن قرب، فجاء بآراء ونظريات أصيلة، واستطاع تطـوير المزولة ، ووضع عدة تطويرات للإسطرلاب الـذى اسـتخدمه فـى قيـاس المسافات بين الكواكب وايجاد القيمة العددية لحجومها، فحدد أقطـار بعـض الكواكب مقارنة بقطر الأرض، وصرح بأن حجم القمر يساوى 1/39 كم من حجم الأرض، وحجم الشمس يساوى 166 ضعفا للأرض، وحجـم المـريخ يساوى 15/8 من حجم الأرض، وحجم المشترى يساوى 95 ضعفا للأرض، وحجم زحل يساوى 90 ضعفا للأرض، وبقيـت قياسـات الفرغـانى هـذه مستخدمة فى جميع أنحاء العالم حتى القـرن التاسـع الهجـرى، الخـامس عشر الميلادى، فاعتمد علماء العرب والمسلمين اللاحقـين وعلمـاء الغـرب المحدثين فى علم الفلك على نتائج الفرغانى تلك التى ضـمنّها كتبـه التـى أوضحت الدراسة أن أهمها كتاب فى جوامع علم النجوم وأصـول الحركـات السماوية الذى يُعد أقدم كتاب عربى وصل إلينا كاملاً فـى عـرض النظـام البطلمى، عرض فيه الفرغانى كيفية ظهور الكون حسب نتائج بطلميوس، إلا

أنه لم يسلم بكل اراء بطلميوس، بل وقف بالنقد على بعض مسائله، وصحح أخرى اعتمادا على تجاربه، ومنها تصحيح ميل فلك البروج من 23.5 درجة إلى 33.23 درجة ، وأكد تبعية أوجي الشمس والقمر لحركة مبادرة الإعتدالين للنجوم الثابتة . وقد وقفت الدراسة على مدى تأثير كتاب الفرغاني هذا في علماء الفلك اللاحقين له، وكيف امتد هذا التأثير إلى الغرب على أثر ترجمته إلى اللغة اللاتينية سنة 1134 بمعرفة يحيى الأسباني ، وبعد نصف قرن من ظهور هذه الترجمة قدّم جيرار الكريموني ترجمة لاتينية أخرى ، تلتها ترجمة عبرية قام بها يعقوب الأناضولي، واعتمدها كريستمان بعد فترة من صدورها مع غيرها من الترجمات اللاتينية في إصدار ترجمة لاتينية جديدة كانت لها أهمية كبيرة في تطور علم الفلك عند الغربيين وليس أدل على ذلك من الإقتباسات الكثيرة التي اقتبسها العالم الفلكي الفرنسي بيير دويم من الفرغاني ودونها في كتابه " نظام العالم " وخاصة المجلدين الثالث والرابع .

وأوضحت الدراسة كيف تناول البتاني مسألة اتفاق كوكبين في خط الطول أو خط العرض السماوي سواء كان الكوكبان أحدهما أو كلاهما في دائرة فلك البروج أو خارجها. وقد ضمّن تلك المسألة الفلكية المهمة في رسالتيه: "في مقدار الاتصالات" و "في تحقيق أقدار الاتصالات"، وبحث البتاني الفرق بين حركات الكواكب في مساراتها ثابتة المقدار، وبين حركاتها الحقيقية التي تختلف من موضع إلى آخر، وسطّر هذا في مؤلفه "كتاب تعديل الكواكب". كما قدّم البتاني حلاً رياضياتيا للمسألة التنجمية لاتجاه الراصد، ودوّنه في تصنيفه "كتاب معرفة مطالع البروج فيما بين أرباع الفلك". وبيّنت الدراسة أن "الزيج الصابئ" يأتي على قمة مؤلفات البتاني من حيث الأهمية، ضمّنه أرصاده للكواكب الثابتة أو النجوم لسنة 299 هـ، وخلاصة أعماله

الفلكية التى قام بها على مدار ما يربو على أربعين سنة، فضمّن زيجــه أهــم أرصاده الفلكية التى صححت حركات القمر والكواكب، ووضعه جداول فلكية وافية تتعلق بحركات الأجرام التى اكتشفها، ولكل هذا وصف الغربيون زيــج البتانى بأنه أصح الأزياج، وكان لهذا الكتاب أثر عظيم سواء فى علم الفلك أو حساب المثلثات الكرى خلال العصور الإسلامية (الوسطى) وعصر النهـضة الأوربية، فقد تُرجم إلى اللاتينية مرات كثيرة منذ القرن الثانى عشر وحتــى القرن التاسع عشر، الأمر الذى جعل الغربيون يعدون البتانى أحد علماء الفلك الأفذاذ على مرّ العصور. ومن هذا الكتاب وغيره من مؤلفات البتانى عــرف العالَم أن البتانى هو أول من اكتشف الــسمت Azimuth والنظيــر Nadir وحدد نقطتيهما من السماء، كما حدد طول السنة المدارية والفــصول والفلــك (المدار) الحقيقى والمتوسط للشمس، وقام بتحقيق مواقع كثيــر مــن النجــوم وتصحيح أرصاد القدماء فيها، إما لارتكابهم خطأ فى إجراء هذه الأرصاد، أو لأن مواقع النجوم نفسها قد تغيرت بالنسبة إلى الأرض. فقد صــحح تقــدير بطلميوس لحركة المبادرة الإعتدالية، وضبطه بدقة، وخالف بطلميــوس فــى ثبات الأوج الشمسي، وبرهن على تبعيته لحركة المبــادرة الاعتداليــة، كمــا صحح قيمة ميل فلك البروج على فلك معدل النهار، وجملة أخرى من حركات القمر والكواكب السيارة. وأوضحت الدراسة أن للبتانى أرصاداً جليلة للخسوف والكسوف أعتمد عليها دنثورن سنة 1749 فى تحديده لتــسارع القمــر فــى حركته خلال قرن من الزمان. فلقد حدد البتانى ميل دائــرة فلــك النجــوم أو الدائرة الكسوفية بمقدار 23 درجة و 35 دقيقة، وبعد حوالى ألف ســنة قــام نظيره لالاند الفلكي الفرنسى الكبير (ت 1807) بحساب ذلك الميــل فوجــد مقداره 23 درجة و 35 دقيقة و41 ثانية، أى بزيادة هذا الفرق مــن الثــوانى

لأنه أضاف إلى تقدير البتانى 44 ثانية للإنكسار، ثم طرح منها 3 ثوان للاختلاف الأفقى، ولهذا عد لالاند البتانى من الفلكيين العشرين المبرزين الذين أنجبتهم الإنسانية منذ خلقها الله وحتى الآن .

ووقفت الدراسة على مكانة أبى الحسين عبد الرحمن الصوفى الفلكية من حيث إنه يعد أحد علماء الفلك المسلمين الأفذاذ قدّم من الإنجازات الفلكية ما أفادت العلم الحديث ، ودوّن هذه الإنجازات فى مؤلفاته الفلكية ، ومنها كتاب صور الكواكب الثمانية والأربعين الذى يُعد أشهر مؤلفات الصوفى ، راجع فيه النجوم الواردة فى كتاب المجسطى لبطلميوس بمنتهى الدقة ، الأمر الذى جعل شيليرب الدنماركى الذى ترجم الكتاب يمتدحه بالقول بأن الصوفى قد أعطانا وصفا عن السماء المرصعة بالنجوم بصورة أحسن مما توفر من قبل ، وقد بقى هذا الوصف لتسعة قرون دون أن يوجد له نظير . وبيّنت الدراسة كيف يأتى " كتاب الكواكب الثابتة " للصوفى على قمة مؤلفاته من حيث الأهمية والعظمة ، حيث عدّه سارتون أحد الكتب الثلاثة الرئيسة فى علم الفلك عند المسلمين. والكتابان الآخران هما زيج ابن يونس ، وزيج أولغ بك . ولعل أهم مايميز كتاب الكواكب الثابتة للصوفى رسومه الملونة للأبراج والنجوم السماوية تلك التى مثلها على هيئة بشرية وحيوانية . وأوضحت الدراسة كيف وقف المشتغلون بالفلك من الجانب الغربى على ما أنجزه الصوفى ، بعد أن ترجموا مؤلفاته وحققوها ونشروها، فوجدوا أنه رصد آلاف النجوم وعدّها وحدد أبعادها طولا وعرضا فى السماء ، ودرجة شعاع كل منها، وقدر أحجامها ، كما قدر مبادرة الاعتدالين ، وقرر بعد أرصاده ومشاهداته أن عدد النجوم الخفية أكثر بكثير من العدد الذى يحسبه الفلكيون وهو 1025، فاكتشف الصوفى نجوما لم يسبقه أحد إلى اكتشافها ، ورسم

خريطة للسماء بيّن فيها كل هذه المواضع، كما وضع جدولاً للنجـوم صـحح بمقتضاه أخطاء من سبقوه . ولم يقتصر هذا الفلكـي العظـيم ، علـى رأى الدوميلى ، على تعيين كثير من الكواكب التى لا توجد عند بطلميـوس ، بـل صحح أيضاً كثيراً من الملاحظات التى أخطأ فيها ، ومكن بذلك المحدثين من التعرف على الكواكب التى حدد فيها الفلكى اليونانى مراكز غير دقيقة ، ولذا اعتبر علماء الفلك الغربيين أن الصوفى يمثل نقطة تحول من عصر بطلميوس إلى عصره ، ثم إلى العصر الحاضر ، واعتبروا أن كتابه فى الكواكب الثابتة أصح من كتاب بطلميوس ، وزيجه أصح زيج وصل إلينا من كتب القـدماء ، كما عدوا الصوفى أول من اكتشف مايُعرف الآن باسم " سديم مسيبة " وهـى سحابة من المادة الكونية. وعلى مؤلفاته اعتمد الفلكيون المحدثون فى حـساب التغير فى ضوء بعض النجوم .

أما ابن يونس المصرى فقد أوضحت الدراسة كيف حظى بمكانة كبيرة لدى الخلفاء الفاطميين الذين قدروا نبوغه وتفوقه وشجعوه على متابعة وإتمام بحوثه فى علم الفلك والرياضيات إلى الدرجة التى معها بنوا له مرصدا على جبل المقطم قرب مدينة الفسطاط (القاهرة) زوده بما يلزم من أحدث الآلات والأدوات المعروفة عصرئذ . وبناءً على طلب العزيز الفاطمى أبو الحـاكم ، ألف ابن يونس " الزيج الكبير الحاكمى" دوّن فيه الهـدف مـن وراء تأليفـه ووضعه وهو التحقق من أرصاد السابقين له ونظرياتهم فى الثوابـت الفلكيـة لاستدراك ما فاتهم ، ففيه سجل ابن يونس رصده لكسوف الشمس وخـسوف القمر فى القاهرة سنة 369هـ/978م بعد أن راقبه لمدة سنتين ، وأثبت مـن هذا الرصد تزايد حركة القمر ، واستطاع حساب ميل دائرة البروج، وحساب العجلة القريبة فى الحركة المتوسطة للقمر ، ذلك الـذى جـاء أدق حـساب

وأقربه حتى ظهور آلات الرصد الحديثة . وقد قام زيج ابن يونس مقام المجسطى ، والمؤلفات التى ألفها علماء بغداد على حد قول سيديو ، وأفاد ابن يونس بزيجه فائدة قيمة بحسب سوتر ، وبحسب علماء الغرب ترجم كوسان ونشر بعض أجزاء الزيج التى تحتوى على أرصاد ابن يونس عن الكسوف والخسوف واقتران الكواكب ، فضلا عن أرصاد الفلكيين القدماء ، الأمر الذى حدا بمؤرخ العلم الشهير جورج سارتون إلى التقرير بأن ابن يونس ربما كان أعظم فلكى مسلم ويشكل زيجه مع زيج عبد الرحمن الصوفى وزيج الغ بك الكتب الرئيسة الثلاثة التى اشتهرت فى علم الفلك عند المسلمين . وبيّنت الدراسة كيف ظل ابن يونس يستعمل من سنة 369 الى سنة 398هـ /979 م أظلالاً أى خطوطاً مماسة وأظلال تمام حسب بها الجداول الستينية التى وضعها ، واستعمل المسقط العمودى للكرة السماوية على كل من المستوى الأفقى ومستوى الزوال لحل مسائل وأعمال صعبة فى المثلثات الكروية . وأوجد القيمة التقريبية لجيب (1°) ، واخترع حساب الأقواس لتريح من كثرة استخراج الجذور المربعة وتسهل قوانين التقويم . وعُد ابن يونس أول من وضع قانونا فى حساب المثلثات الكروية يمكن به تحويل عمليات الضرب إلى عمليات جمع، فكان له أهمية كبرى عند علماء الفلك قبل اعتماد اللوغاريتمات، إذ حل كثير من المسائل الطويلة المعقدة .

وأثناء بحث الدراسة فى البيرونى ، بيّنت كيف قال بكروية الأرض كما قال من سبقه من علماء اليونان كفيثاغورث الذى قدّم بعض الأدلة على كرويتها ، إلا أنها كانت محل نقد وخاصة من مواطنه أرسطو . وأما أدلة البيرونى فجاءت علمية منطقية تشير إلى صعوبة إثبات عكسها من ناحية ، وتشير إلى عبقرية البيرونى من ناحية أخرى. أما دوران الأرض فقد نادى

بطلميوس فى العصر اليونانى بدوران الشمس حول الأرض ، وظل هذا الرأى سائداً لقرون طويلة إلى أن جاء البيرونى وأثبت عكسه ، وهو أن الأرض تدور أمام الشمس حول محورها ، وهو الرأى الذى نادى به كوبر نيكوس فى العصر الحديث مدعيا أنه أول من اكتشفه ، مع أن البيرونى قد نادى به واثبته قبله بمئات السنين ، حيث رأى البيرونى أن الأرض تدور حول محورها ، ودليل ذلك تعاقب الليل والنهار ، وينتج اختلاف الأوقات من مكان إلى آخر على الأرض نتيجة استدارتها . ولو لم تكن الأرض مستديرة وتدور أمام الشمس حول محورها ، لما اختلف الليل والنهار فى الشتاء والصيف. وإذا كان الليل والنهار يتعاقبان نتيجة دوران الأرض أمام الشمس حول محورها . فإن تعاقب الفصول الأربعة : الصيف والخريف والشتاء والربيع يتعاقبوا نتيجة دوران الأرض حول الشمس دورة كاملة كل سنة. واستدل البيرونى على دوران الأرض حول الشمس من التساوى بين الليل والنهار مرتين فى السنة ، مرة فى الخريف ، وأخرى فى الربيع . ويختلف طول الليل والنهار فى الشتاء والصيف فالنهار ينتهى فى طوله عند تناهى قرب الشمس من القطب الشمالى ، وينتهى فى قصره عند تناهى بعدها عنه . ويساوى ليل الصيف الأقصر نهار الشتاء الأقصر ، وهذا يؤكد قوله تعالى : " يولج الليل فى النهار ويولج النهار فى الليل "أى يطوّل الليل ويأخذه من النهار ، ويطوّل النهار ويأخذه من الليل ، فيُدخل طائفة من الليل فى النهار ، فيقصر الليل، ويطول النهار ، ويُدخل طائفة من النهار فى الليل ، فيقصر النهار ويطول الليل. ووجدت الدراسة أن العلم الحديث يؤكد على ما قال به وأثبته البيرونى، فالأرض تدور مثل بقية الكواكب الأخرى حول الشمس فى مدار اهليجى مرة واحدة فى السنة مستغرقة 365.25يوماً تقريباً ، فينتج عن هذا الدوران

الفصول الأربعة . وتدور الأرض حول محورها أمام الشمس مرة واحدة فى اليوم ، فينتج الليل والنهار .

ووجدت الدراسة أن من أهم منجزات البيرونى الفلكية أنه يعد من أوائل العلماء الذين استطاعوا تحديد مقدار زاوية المحور أو الميل الأعظم Obliquity of the ecliptic الذى جعله البيرونى لتحديد المنقلبين الصيفى والشتوى والاعتدالين الربيعى والخريفى، فهو من أهم علاقات الترابط بين الشمس والأرض . وتوصل البيرونى بتجاربه ومشاهداته والآلة التى ابتكرها لهذا القياس إلى أن مقدار زاوية المحور أو زاوية تقاطع معدل النهار تساوى 23.5 ، وهى نفس الدرجة التى أكدها العلم الحديث . كما بيّنت الدراسة كيف يُعد البيرونى أول عالم يبحث فى الجاذبية الأرضية ويكتشفها، ويدلل على ذلك بأن الجسم يسقط إلى الأرض تبعا لحجمه ومسافة أو قوة السقوط ، وهذا صادر عن قوانين صحيحة تجعل الأشياء الثقيلة تقع إلى الأرض، وذلك لما فى طبعها من إمساك الأشياء وحفظها . وليس للأرض عند البيرونى قوة جاذبية واحدة فى جميع أرجائها ، بل تختلف عند خط الأستواء عما عداه من أرجاء الأرض ، فلو أُنزلنا حجرا على خط الأستواء لنزل مع المحور بزاوية قائمة ، وليس ذلك بمشاهد إلا فى خط الاستواء، وأما فى سائر البلاد فإنه يحيط مع المحور بزاوية حادة ، ويرجع هذا إلى أن قطر الأرض الواصل بين قطبيها أقصر من قطرها عند خط الأستواء . ومن هنا انتهت الدراسة إلى أن البيرونى هو أول من اكتشف جاذبية الأرض وأثبتها ، وليس نيوتن الإنجليزى، وأن هذه الجاذبية تبعا للبيرونى تختلف عند خط الاستواء عن قطبيها الشمالى والجنوبى .

كذلك لم يكن الفلكي لابلاس الفرنسي ونيوتن الإنجليزي هما أول من شرحا وبينا ظاهرة المد والجزر، بل سبقهما إلى ذلك البيروني حيث رأى وأثبت أن لتأثيرات القمر في البحار والرطوبات حالات دائرة في أرباع الشهر واليوم بليلته ، فمن دوران القمر حول الأرض دورة كاملة كل شهر وبتأثير أشكاله المختلفة من بدر وهلال وتربعين أول وثان ، وفي أوقاتهم ، يحدث المد، كما يحدث مرتين في اليوم صباحاً ومساءً في مكان نتيجته دورة القمر الظاهرية . ويحدث الجزر مرتين إحداهما بعد الظهيرة والأخرى بعد منتصف الليل . واستطاع البيروني قياس ارتفاع الماء في البحار أثناء المد والذي يغشى الشط ، والجزر يغشى أكثر أماكن البحر الأخرى ، وقدره بحوالي واحد وستين ذراعاً . وإذا علمنا أن مقدار الذراع على أيام البيروني يساوي أربعين سنتيمترا، فإن ارتفاع الماء أثناء المد يبلغ حوالي أربعة وعشرين مترا، وهذا قريب جدا من القياس الحديث . وانتهت الدراسة في البيروني بأحد المسائل الفلكية المهمة التي شغلت الفلكيين قبله وبعده، وهي مسألة قياس محيط الأرض ، وأوضحت الدراسة كيف اطلع البيروني على قياس سابقيه ، وبعد أن تعرض بالنقد لبعضه ، سجل طريقته في قياس محيط الأرض، والذي أخرجه مقتربا إلى حد كبير مما يأخذ به العلم الحديث، بل ووضع قاعدة لقياس محيط الأرض تُعرف حتى الآن بقاعدة البيروني .

وبختام الدراسة موضوعاتها بابن الشاطر، بينت كيف سادت نظرية بطلميوس الفلكية حتى عصر ابن الشاطر ومؤداها أن الأرض مركز الكون والأجرام تدور حولها.

وكان علماء الفلك المسلمين قبل ابن الشاطر يشككون في هذه النظرية لكنهم لم يعدلوها، حتى جاء ابن الشاطر وسجل مشاهداته وأجرى تجاربه التي

أثبتت خطأ هذه النظرية، وأثبت ابن الشاطر أن الأرض ليست هـي مركـز العالم، بل الشمس هى التى تقع فى مركزه، والكواكب تدور حولها، ووضـع نظرية حركة الكواكب، وتمكن من تحديد مدارى عطارد والقمر الذين حيّـرا علماء الفلك طويلاً، ووضع لحركتيهما نموذجين مثّلا أول ابتكار غير بطلمى يتحقق فى مسيرة علم الفلك الحديث، وهذا ما أخذه الفلكى البولندى كوبرنيكس (ت 1543) ونسبه لنفسه زوراً وبهتاناً، ونادى به فى العصر الحديث، وأُشتهر بالنظام الكوبرنيكى بعد ابن الشاطر بقرنين من الزمان.

وبعد أن أوضحت الدراسة كيف ابتكر ابن الشاطر وطوّر العديد مـن الآلات الفلكية، انتهت إلى أنه ساهم مع غيره من علماء الفلك المـسلمين فـى إعادة صياغة هيئة بطلميوس الفلكية، والتى مهدت لنظريـات فلكيـة جديـدة أسست لعلم الفلك الحديث. إلا أن ابن الشاطر قد انتهج نهجاً خاصاً به تميز به عن الفلكيين المسلمين، ولذا يُعد الرائـد والمقـدم الأول دون إجحـاف تبعـاً للألمانى بيترشمالتسل: فلقد اكتشف ابن الشاطر وأثبت أن حركة الكواكب تتخذ شكلاً إهليجياً، أى تتحرك فى مدارات شبه دائرية، وقد أكدت النظريات الفلكية الحديثة ما أثبته ابن الشاطر وخاصة قانون كبلر الفلكـى الأول. ورأى ابـن الشاطر أن الأجسام تستمر على حالتها من السكون أو الحركة وفى اسـتقامة مالم يؤثر عليها مؤثر. وهذا الرأى أخذه نيوتن الإنجليزى وصاغه فى صورة قانونه الفيزيائى الأول. ووقفت الدراسة على تقرير جورج سارتون القائل بإن ابن الشاطر درس حركة الأجرام السماوية بكل دقة وعناية، فأثبت أن زاويـة انحراف البروج تساوى 23 درجة و 31 دقيقة، مع العلم أن القيمـة الحديثـة التى اهتدى إليها علماء القرن العشرين بواسطة الحاسب الأفيكترونى هى 23 درجة و 31 دقيقة و19.8 ثانية. وأكد ديفيد كينج أن كوبرنيكس أخذ كثيراً من

النظريات الفلكية المنسوبة إليه من ابن الشاطر حيث قال: أثبت الكثير من النظريات الفلكية المنسوبة لنيكولاس كوبرنيكس، والتى أخذها من العالم المسلم ابن الشاطر.

يتبين من كل ما سبق أن العمل العلمى الذى قُدم فى هذا الكتاب يوضح مدى حجم إسهام علماء الفلك المسلمين فى تطور هذا العلم المهم منذ العصور الإسلامية (الوسطى) وحتى العصر الحديث. فما قدموه من ابتكارات واكتشافات فلكية، وما دشنوه من نظريات جديدة، أدت إلى تأسيس وقيام علم الفلك الحديث.

وتلك هى النتيجة النهائية التى تنتهى إليها هذه الدراسة.

والله أعلى وأعلم.

ملحق

مُعجم بأسماء النجوم العربية الأصيلة

Acher nahr	آخر النهار
Enif	الأنف
Ether	الأثير
Ased	الأسد
Izar	الأزار
Iclil	الإكليل
Ibrat almirfak	إبرة المرفق
Arnab	الأرنب
Betelgeuse	بيت الجوزاء
Baid	البيض
Botein	البطين
Kiladah	التلادة
Algebar	الجبار
Algenib	الجنب
Algeiba	الجبهة
Ghamus	الجاموس
Janah alghurab	جناح الغراب
Homel	الحمل
Alcor	الخوار
Aldebaran	الدبران
Aldalow Alsok	الدلو الساقى
Dub alasgar	الدب الأصغر

Dub alacbar	الدب الأكبر
Dabih	ذابح
Alderamin	الذراع اليمنى
Deneb	الذنب
Deneb Kaitos	ذنب قيطس
Ras alhague	رأس الحواء
Ras alasad	رأس الأسد
Ras toban	رأس الثعبان
Ras alghul	رأس الجاثى
Ras alhamal	رأس الحمل
Ras aljauze	رأس الجوزاء
Ras Elrakis	رأس الراقص
Elrischa	الرشاء
Ruba	الربع
Rucba	الركبة
Rumh	الرمح
Aldhibain	الذنبان
Alzubra	الزبرة
Ziyj	الزيج
Zaurak	الزورق
Alsafinna	السفينة
Azulafa	السلحفاة

Saak	الساق
Sabik	السابق
Sunbulah	السنبلة
Suhoil alfard	سهيل الفرد
Suha	السهى
Alchiba	الشبا
Sharaton	الشرطان
Alshamarish	الشماريخ
Shauka	الشوكة
Shaula	الشولة
Sadr	صدر الدجاجة
Salib alwaki	الصليب الواقع
Diphda	الضفدع الثانى
Altair	الطائر
Tarik	الطارق
Altarf	الطرف
Atik	عاتق الثريا
Adhafera	العذارى
Arsh	عرش
Arkab	عرقوب الرامى
Alokab	العقاب
Alanak	العناق

Alanak alard	عناق الأرض
Ain	العين
Algorabe	الغراب
Algol	الغول
Fakhdh	الفخذ
Alphard	الفرد
Alfaras	الفرس
Faras Alawwal	الفرس الأول
Alphirk	الفرق
Alphecca	الفكة
Fum alassad	فم الأسد
Fum alhut	فم الحوت
Fum alsamakah	فم السمكة
Fum alfaras	فم الفرس
Fahd	الفهد
Alkaid	القائد
Alkaphrah	القفرة
Qalb alaqrab	قلب العقرب
Centauris	قنطورس – الظلمان
Cetus	قيطس – سبع البحر
Cepheus	قيفاوس
Alkes	الكأس

Kabed – Ased	كبد الأسد
Caph	كف السريا – سنام الناقة
Kiffatan	الكفتان – الميزان
Kiffa	الكفة
Chileb	كلب الراعى
Alkalurops	عصب الراعى – القرطبوس
Mizar	المئزر
Mebsuta	المبسوطة – ذراع الأسد
Almijmarah	المجمرة – المذبح
Mirzam	المرزم
Mirfak	المرفق
Misam	المعصم
Mekbuda	المقبوضة
Manzil	منزل القمر
Mintaka	المنطقة
Almenkeb	منكب الفرس
Elnath	الناطح
Alnasr altair	النسر الطائر
Nadir	النظير
Nahr	النهر
Halo	الهالة
Alhena	الهنعة – الميسان

أهم المصادر والمراجع

ابن أبي أصيبعة : عيون الأنباء في طبقات الأطباء، طبعة دار الحياة، بيروت، بدون تاريخ.

ابن الشاطر : الزيج التام لمواقيت الإسلام، مخطوط مكتبة اكسفورد رقم 932 .I.

.... : الزيج العلائي، مخطوط مكتبة اكسفورد رقم I .1030.

.... : الزيج الجديد، مخطوط المكتبة الظاهرية بدمشق رقم 3095.

.... : نهاية السؤال في تصحيح الأصول، مخطوط مكتبة لايدن رقم 1116.

ابن النديم : الفهرست، طبعة القاهرة القديمة 1948.

البتاني : زيج الصابئ، نشرة كارلو نلينو، روما 1907.

بنو موسى بن شاكر : الدرجات المعروفة، مخطوط معهد المخطوطات العربية رقم 60 فلك.

.... : كتاب معرفة مساحة الأشكال، تحرير نصير الدين الطوسي، ط الأولى، حجر حيدر، آباد الدكن، الهند 1359 هـ.

البيروني : الآثار الباقية عن القرون الخالية، طبعة مكتبة المثنى ببغداد، بدون تاريخ.

.... : الإصطرلاب، مخطوط دار الكتب المصرية رقم 914 فلك.

.... : تحديد نهايات الأماكن لتصحيح مسافات المساكن، تحقيق ب. بولجاف، مراجعة إمام إبراهيم أحمد، معهد المخطوطات العربية 1962.

.... : تحقيق ما للهند من مقولة مقبولة فى العقل أو مرذولة، طبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، الهند 1958.

.... : القانون المسعودى، طبعة دائرة المعارف العثمانية، حيدر آباد الدكن، الهند 1954.

جورج سارتون : تاريخ العلم، ترجمة لفيف من الدكاترة، دار المعارف، القاهرة، 1957.

خالد حربى : علوم حضارة الإسلام ودورها فى الحضارة الإنسانية، سلسلة كتاب الأمة، قطر 2005.

صاعد الأندلسى : طبقات الأمم، طبعة القاهرة القديمة، بدون تاريخ.

الفرغانى : كتاب في جوامع علم النجوم وأصول الحركات السماوية، مخطوط دار الكتب المصرية رقم 5/ 301 فلك.

فهرست الكتاب

الموضوع	الصفحة
قرآن كريم	3
مقدمة	5
مدخل: تطور الفلك حتى الحضارة الإسلامية	7
طبقات علماء الفلك فى الحضارة الإسلامية	19
الفصل الأول: الفزارى	21
الفصل الثانى: بنو موسى بن شاكر	27
الفصل الثالث: الفرغانى	37
الفصل الرابع: البتانى	43
الفصل الخامس: الصوفى	51
الفصل السادس: ابن يونس المصرى	55
الفصل السابع: البيرونى	61
الفصل الثامن: ابن الشاطر	79
نتائج الدراسة	91
ملحق: معجم بأسماء النجوم العربية الأصيلة	107
أهم المصادر والمراجع	115
فهرست الكتاب	119
أعمال الدكتور خالد حربى	121

أعمال الدكتور خالد حربي

1- بُرء ساعة : للرازى (دراسة وتحقيق)، دار ملتقى الفكر، الإسكندرية 1999، الطبعة الثانية، دار الوفاء 2005 .

2- نشأة الإسكندرية وتواصل نهضتها العلمية. : الطبعة الأولى، دار ملتقى الفكر، الإسكندرية 1999.

3- أبو بكر الرازى حجة الطب فى العالم : الطبعة الأولى، دار ملتقى الفكر، الإسكندرية 1999، الطبعة الثانية، دار الوفاء، الإسكندرية 2006.

4- خلاصة التداوى بالغذاء والأعشاب : الطبعة الأولى ، دار ملتقى الفكر الإسكندرية 1999- الطبعة الثانية 2000، توزيع مؤسسة أخبار اليوم ، الطبعة الثالثة دار الوفاء ، الإسكندرية 2006 .

5- الأسس الابستمولوجية لتاريخ الطب العربى : دار الثقافة العلمية،الإسكندرية 2001 ، الطبعة الثانية ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2005.

6- الرازى فى حضارة العرب : (ترجمة وتقديم وتعليق)، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية 2002.

7- سر صناعة الطب : للرازى (دراسة وتحقيق)، دار الثقافة العلمية الإسكندرية 2002 ، الطبعة الثانية، دار الوفاء، الإسكندرية 2005.

8- كتاب التجارب : للرازى (دراسة وتحقيق)، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية 2002 ، الطبعة الثانية دار الوفاء الإسكندرية 2005.

9- جراب المجربات وخزانة الأطباء : الرازى (دراسة وتحقيق وتنقيح)، دار الثقافة العلمية، الإسكندرية 2000، الطبعة الثانية دار الوفاء الإسكندرية 2005.

10- المدارس الفلسفية فى الفكر الإسلامى(1) "الكندى والفارابى" : الطبعة الأولى منشأة المعارف، الإسكندرية 2003 . الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

11- دراسات فى الفكر العلمى المعاصر (1) علم المنطق الرياضى : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 .

12- دراسات فى الفكر العلمى المعاصر (2) الغائية والحتمية وأثرهما فى الفعل الإنسانى : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 .

13- دراسات فى الفكر العلمى المعاصر (3) إنسان العصر بين البيولوجيا والهندسة الوراثية. : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 .

14- الأخلاق بين الفكرين الإسلامى والغربى :الطبعة الأولى منشأة المعارف، الإسكندرية 2003. الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

15- العولمة بين الفكرين الإسلامى والغربى "دراسة مقارنة" : الطبعة الأولى ، منشأة المعارف ، الإسكندرية 2003 ، الطبعة الثانية دار الوفاء ، الإسكندرية 2007 ، الطبعة الثالثة ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2010 .

16- العولمة وأبعادها . : مشاركة فى كتاب "رسالة المسلم المعاصر فى حقبة العولمة" ، الصادر عن وزارة الأوقاف والشئون الإسلامية بدولة قطر - مركز البحوث والدراسات ، رمضان 1424 ، أكتوبر - نوفمبر 2003.

17- الفكر الفلسفى اليونانى وأثره فى اللاحقين : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 ، الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

18- ملامح الفكر السياسى فى الإسلام : الطبعة الأولى دار الوفاء ، الإسكندرية 2003 ، الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

19- The Role of Orientalization in the West's Attitude to Islam and its civilization, Dar Al - Sakafa Al - Alamia, Alexandria 2003.

20- شهيد الخسوف الإلهى ، الحسن البصري : الطبعة الأولى دار الوفاء، الإسكندرية 2003 ، الطبعة الثانية ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2006 .

21- دراسات فى التصوف الإسلامى : الطبعة الأولى دار الوفاء ، الإسكندرية 2003.

22- بنية الجماعات العلمية العربية الإسلامية : الطبعة الأولى دار الوفاء، الإسكندرية 2004 ، الطبعة الثانية ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2010.

23- نماذج لعلوم الحضارة الإسلامية وأثرها فى الآخر : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2005 .

24- مقالة فى النقرس للرازى (دارسة وتحقيق). : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2005، الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

25- التراث المخطوط: رؤية فى التبصير والفهم(1) علوم الدين لحجه الإسلام ابى حامد الغزالي. : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2005.

26- التراث المخطوط: رؤية فى التبصير والفهم (2) المنطق. : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2005.

27- علوم حضارة الإسلام ودورها فى الحضارة الإنسانية : الطبعة الأولى ، سلسلة كتاب الأمة ، قطر 2005.

28- علم الحوار العربى الإسلامى "ادابه وأصوله . الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2006.

29- المسلمون والآخر حوار وتفاهم وتبادل حضارى . : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2006. الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث، الإسكندرية 2009.

30- الأسر العلمية ظاهرة فريدة فى الحضارة الإسلامية . : الطبعة الأولى ، دار الوفاء، الإسكندرية 2006، الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

31- العبث بتراث الأمة فصول متوالية (1) . : الطبعة الأولى ، الإسكندرية 2006.

32-العبث بتراث الأمة (2) مائية الأثر الذى فى وجه القمر الحسن بن الهيثم فى الدراسات المعاصرة . : الطبعة الأولى ، الإسكندرية 2006.

33- منهاج العابدين لحجة الإسلام الإمام أبى حامد الغزالى (دراسة وتحقيق) : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2007 ، الطبعة الثانية ، المكتب الجامعى الحديث، الإسكندرية 2010.

34- إبداع الطب النفسى العربى الإسلامى ، دراسة مقارنة بالعلم الحديث . :الطبعة الأولى ، المنظمة الإسلامية للعلوم الطبية ، الكويت 2007.

35- مخطوطات الطب والصيدلة بين الإسكندرية والكويت : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2007.

36- مقدمة فى علم "الحوار" الإسلامى : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

37- تاريخ كيمبردج للإسلام ، العلم (ترجمه وتقديم وتعليق) الطبعة الأولى، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

38- علوم الحضارة الإسلامية ودورها فى الحضارة الإنسانية : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

39- دور الحضارة الإسلامية في حفظ تراث الحضارة اليونانية (1) أبقراط "إعادة اكتشف لمؤلفات مفقودة". : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

40- دور الحضارة الإسلامية فى حفظ تراث الحضارة اليونانية (2) جالينوس "إعادة اكتشف لمؤلفات مفقودة". : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

41- مدارس علم الكلام فى الفكر الإسلامى المعتزلة والأشاعرة : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2009.

42- The Impact of sciences of Islamic Civilization on Human Civilization, Dar Al - MaKTAB Al- Gamaay Al- Hadis, Alexandria 2010.

43- أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (1) ثياذوق، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى، دار الوفاء الإسكندرية 2010.

44-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (2) ماسرجويه البصرى، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

45-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (3) عيسى بن حكم، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

46-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (4) عبدوس، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

47-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (5) الساهر، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

48-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (6) آل بختيشوع، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

49-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (7) الطبرى، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة : الطبعة الأولى ، دار الوفاء ، الإسكندرية 2010.

50-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (8) يحيى بن ماسويه، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

51- أعلام الطب في الحضارة الإسلامية (9) حنين بن اسحق، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

52-أعلام الطب فى الحضارة الإسلامية (10) اسحق بن حنين، إعادة اكتشاف لنصوص مجهولة ومفقودة :الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية 2010.

53- طب العيون فى الحضارة الإسلامية "أسس واكتشافات" :الطبعة الأولى المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2010.

54-علم الحوار الإسلامى : كتاب المجلة العربية العدد412 المملكة العربية السعودية ابريل2011

55-الطب النفسى فى الحضارة الإسلامية "تنظير وتأسيس وإبداع" : الطبعة الأولى المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية2011.

56- دور الحضارة الإسلامية فى حفظ تراث الحضارة اليونانية (4) روفس الأفسسى، إعادة اكتشاف لمؤلفات مفقودة الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2011.

57- دور الحضارة الإسلامية فى حفظ تراث الحضارة اليونانية (5) ديسقوريدس، إعادة اكتشاف لمؤلفات مفقودة. : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2011.

58- الجوانية، دراسة فى فكر عثمان أمين : الطبعة الأولى ، المكتب الجامعى الحديث ، الإسكندرية 2012.

59- طب الباطنة فى الحضارة الإسلامية "تأسيس وتأصيل" : الطبعة الأولى ، الالطبعة الاولى،المكتب الجامعى الحديث، الإسكندرية 2012.

60- أسس النهضة العلمية فى الإسلام الطبعة الأولى،دار الوفاء، الاسكندرية2012.

61-مبادئ النظام السياسى فى الاسلام "تأصيل وتفكير" الطبعة الاولى، المكتب الجامعى الحديث، الاسكندرية2012.

62- فرق العمل العلمية : الطبعة الاولى، كتاب المجلة العربية رقم 189، الرياض 2012.

63- طب الأسنان في الحضارة الإسلامية "إبداع ممتد إلى العلم الحديث" الطبعة الاولى،المكتب الجامعى الحديث،الاسكندرية2012.

64- طب الأنف والأذن والحنجرة في الحضارة الاسلامية الطبعة الاولى،المكتب الجامعى الحديث،الاسكندرية2013.

65- أسس الرياضيات الحديثة في الحضارة الاسلامية الطبعة الاولى، المكتب الجامعى الحديث، الاسكندرية 2013.

66- أسس العلوم الحديثة في الحضارة الإسلامية : الطبعة الأولى، دار الوفاء، الإسكندرية، 2013.

67- أسس علم الفلك في الحضارة الإسلامية : الطبعة الأولى، المكتب الجامعى الحديث، الإسكندرية 2013.